

Der transkutane P_{O_2} im hypo- und normovolämischen Schock
in Beziehung gesetzt zum kontinuierlich gemessenen art. und
ven. P_{O_2} , pH-Werten und kardiozirkulatorischen Parametern.
Experimentelle Untersuchung an ausgewachsenen Hundebastarden
im standardisierten hypovolämischen Schock.

Georg Parzinger

1977



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555625_0053

Aus der Kinderchirurgischen Klinik der Universitäts-
Kinderklinik München im Dr. von Haunerschen Kinderspital
Direktor: Professor Dr. W. Ch. Hecker

Der transkutane Po_2 im hypo- und normovolämischen Schock
in Beziehung gesetzt zum kontinuierlich gemessenen art. und
ven. Po_2 , pH-Werten und kardiozirkulatorischen Parametern.
— Experimentelle Untersuchung an ausgewachsenen Hundeba-
starden im standardisierten hypovolämischen Schock.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und vorgelegt einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilian-Universität zu München

von
Georg Parzinger
München 1977



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter: Privatdozent Dr. G. Hollmann

Mitberichterstatter: Professor Dr. W. Ch. Hecker

Dekan: Professor Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 8. 3. 1977

INHALTSVERZEICHNIS

I.	E I N L E I T U N G	5
II.	M E T H O D I K	7
II.1.	UNTERSUCHUNGSMATERIAL	7
II.2.	VERSUCHSAUFBAU	7
II.2.1.	<u>Narkose</u>	7
II.2.2.	<u>Präparation</u>	8
II.3.	SCHOCKMODELL	9
II.4.	VERSUCHSABLAUF	10
II.5.	MESSMETHODEN	11
II.5.1.	<u>Transkutane PO_2-(tcPO_2-) Messung</u>	11
II.5.2.	<u>Kontinuierliche Blutgasanalyse</u> <u>(Pao_2, Pvo_2, pH-Wert)</u>	13
II.5.3.	<u>Herzminutenvolumen (HMV)</u>	14
II.5.4.	<u>Arterieller Mitteldruck</u>	15
II.6.	AUSWERTUNG	15
II.6.1.	<u>Festlegung biologisch sinnvoller Fixpunkte</u>	16
II.6.2.	<u>Synchronisation</u>	16
II.6.3.	<u>Kritik zur Synchronisation</u>	18
II.6.4.	<u>Statistik</u>	19
II.6.5.	<u>Kritik zur Statistik</u>	19
III.	E R G E B N I S S E	22
III.1.	ORIGINALKURVE VON tc PO_2 , Pao_2 UND Pvo_2	22
III.2.	EXTRAKORPORALES BLUTVOLUMEN	26
III.3.	ARTERIELLER PO_2 (Pao_2)	27
III.4.	ZENTRALVENÖSER PO_2 (Pvo_2)	28
III.5.	TRANSKUTANER PO_2 (tc PO_2)	29
III.6.	ARTERIELLER MITTELDRUCK	30
III.7.	HERZMINUTENVOLUMEN (HMV)	31
III.8.	TOTALER PERIPHERER WIDERSTAND (TPR)	32
III.9.	HERZFREQUENZ (HF)	33
III.10.	ARTERIELLER pH-WERT	34

III.11.	VENÖSER pH-WERT	35
III.12.	SYNOPSIS ALLER MEDIANWERTE	36
IV.	D I S K U S S I O N	39
IV.1.	NORMOVOLÄMISCHE PHASE 1 (VORPHASE)	39
IV.1.1.	<u>Schema zur tcPo₂-Messung</u>	39
IV.1.2.	<u>Der tcPo₂, ein Maß für den Pao₂ in der Vorphase?</u>	40
IV.2.	HYPOVOLÄMISCHER SCHOCK	42
IV.2.1.	<u>Pathophysiologische Vorbemerkung</u>	43
IV.2.2.	<u>Der tcPo₂, ein Maß für den Pao₂?</u>	44
IV.3.	RÜCKBLUTUNG	45
IV.4.	NORMOVOLÄMISCHER SCHOCK	45
IV.4.1.	<u>Pathophysiologische Vorbemerkung</u>	45
IV.4.2.	<u>Der tcPo₂, ein Maß für den Pao₂?</u>	46
IV.5.	WELCHE DER GEMESSENEN PARAMETER EIGNEN SICH ALS KRITERIUM, OB DER tcPo ₂ DEN Pao ₂ RICHTIG REFLEKTIERT?	46
V.	Z U S A M M E N F A S S U N G	50
VI.	L I T E R A T U R	52
VII.	A N H A N G	60
VII.1.	ABKÜRZUNGEN	60
VII.2.	TABELLEN	61
VII.3.	VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	119
	LEBENS LAUF	

Meinen Eltern

Meiner Schwester, meinem Bruder

I. E I N L E I T U N G

Die Kontrolle des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes (P_{aO_2}) ist bei der Sauerstofftherapie von Neugeborenen unerlässlich, um unerwünschte Nebenwirkungen durch falsche Dosierung vermeiden zu können.

Bei Erwachsenen und Kindern stellt der kapilläre P_{O_2} eines hyperämisierten Hautgebietes ein brauchbares Maß für den arteriellen P_{O_2} dar (6, 56, 57, 60). Neue Methoden der kontinuierlichen Überwachung des arteriellen P_{O_2} , die den Patienten weniger sekkieren als Nabelkatheterismus bzw. Punktion einer peripheren Arterie, bedeuten eine wesentliche Bereicherung der Intensivmedizin. Die arterielle Blutentnahme ist nicht nur mühsam und für den Patienten nicht ungefährlich, sondern gibt lediglich den augenblicklichen Zustand während der Blutentnahme wieder (24). Dagegen wäre eine kontinuierliche Meßmethode vorzuziehen, die pathologische Veränderungen und toxische P_{O_2} -Werte sofort erkennen läßt.

Die transkutane P_{O_2} -Messung, an deren Entwicklung schon seit längerem gearbeitet wird, kommt dem Ziel einer risikoarmen, kontinuierlichen P_{O_2} -Überwachung nahe [BAUMBERGER et al. 1951 (2)], [EVANS et al. 1967 (14)], [HUCH et al. 1969 (28)].

In den letzten Jahren wurde die Methode noch weiter fortentwickelt [HUCH et al. 1972 (43)], [EBERHARD et al. 1973 (9, 10)], [HUCH et al. 1974 (44)]. Über einige Anwendungsgebiete der transkutanen P_{O_2} -Meßmethode liegen bereits Untersuchungen vor.

Bei Erwachsenen und Kindern, sowie bei gesunden Neugeborenen wurde eine gute Übereinstimmung zwischen blutig arteriell und transkutan gemessenen P_{O_2} -Werten gefunden [HUCH et al. 1972 (43)], [HUCH et al. 1973 (26, 36, 41)], [HUCH et al. 1974 (27, 33, 38, 44, 45)], [HUCH et al. 1975 (25)], [DENNHARDT et al. 1976 (8)]. An kranken Kindern und an Neugeborenen wur-

den ebenfalls Untersuchungen durchgeführt [EMMRICH et al. 1975 (12)], [FENNER et al. 1975 (17)], [HUCH et al. 1976 (37)], [INDYK et al. 1975 (48)], [KÖNIG et al. 1975 (53)], [KÖNIG et al. 1976 (52)], [SWANSTRÖM et al. 1975 (70)], [VERSMOLD et al. 1975 (71)], [VERSMOLD et al. 1977 (72)].

In einem experimentellen hypovolämischen Schock und in einem nach Blutvolumensubstitution sich anschließenden normovolämischen Schock ergeben sich hinsichtlich der transkutanen P_{O_2} -Messung folgende Fragen:

- a) Wie zuverlässig gibt eine tcP_{O_2} -Messung bei unseren Versuchstieren den arteriellen P_{O_2} wieder?
- b) Unter welchen Bedingungen kommt es zum Abweichen des tcP_{O_2} vom P_{aO_2} ?
- c) Und anhand welcher Kriterien kann eine solche Abweichung erkannt werden?

Unter dieser Fragestellung wurde parallel zum transkutanen P_{O_2} (tcP_{O_2}) das Herzminutenvolumen (HMV), der arterielle Mitteldruck, die Herzfrequenz, der pH-Wert arteriell und venös, der P_{O_2} blutig arteriell und venös bestimmt sowie der periphere Widerstand berechnet.

II. M E T H O D I K

II.1. UNTERSUCHUNGSMATERIAL

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden 10 ausgewachsene Hundebastarde beiderlei Geschlechts verwendet. Das durchschnittliche Körpergewicht betrug $13,85 \pm 4,95$ kg. Vgl. hierzu Tab. 1:

Versuchstiere vom	Körpergewicht	Ges. Vers.-dauer Min.	1.Ph. Min.	2.Ph. Min.	3.Ph. Min.	4.Ph. Min.	5.Ph. Min.	6.Ph. Min.
1) 20.9.74 w	15,4 kg	430'	17'	12'	116'	76'	18'	191'
2) 26.9.74 m	10,9 kg	335'	16'	13'	66'	65'	16'	159'
3) 8.10.74 m	17,5 kg	255'	18'	15'	42'	75'	12'	93'
4) 28.10.74 m	13,1 kg	330'	19'	11'	45'	73'	14'	168'
5) 27.9.74 m	15,0 kg	490'	17'	10'	118'	98'	15'	232'
6) 25.9.74 m	8,9 kg	495'	18'	12'	85'	121'	12'	247'
7) 4.10.74 w	13,2 kg	405'	16'	9'	150'	155'	19'	56'
8) 24.9.74 w	9,5 kg	310'	18'	14'	63'	77'	14'	124'
9) 3.10.74 w	25,7 kg	550'	17'	15'	53'	212'	15'	238'
10) 7.11.74 m	9,3 kg	370'	-	4'	107'	47'	9'	184'

Tab. 1: Versuchs- und Phasenlänge der einzelnen Versuchstiere

II.2. VERSUCHSAUFBAU

II.2.1. Narkose

Zur Narkose-Einleitung wurden 0,05-0,15g Trapanal^R (5-Äthyl-

5-pentyl-(2')-thiobarbitursaures Na-Salz) intravenös verabreicht. Nach Eintritt der Narkosewirkung wurden die Tiere gewogen und intubiert.

Als Erhaltungsnarkose wird ein Lachgas-Sauerstoffgemisch von 3:1 zugeführt, dem in der ersten Versuchsphase 1 Vol.% Fluothan^R (1,1,1-Trifluor-2-brom-2chloräthan) über einen Verdampfer (Firma Dräger, Lübeck) zugesetzt ist. Mit Beginn der Schockphase wird Fluothan^R auf 0,3 Vol.% gesenkt. Die Tiere zeigen kein Zeichen von Schmerz. Die Atmung erfolgt spontan über ein halboffenes System.

Das Atemgasgemisch steht unter aktuellem Barometerdruck, ist wasserdampfgesättigt und auf 37°C erwärmt (BTPS-Bedingung: Body temperature, pressure, saturated).

II.2.2. Präparation

Die rechte A.femoralis wird freigelegt und nach LAMSON u. De TURK (55) über einen kurzen, weitlumigen Polyäthylenkatheter mit einem Entblutungsgefäß verbunden, das wiederum mit einem Windkessel von 50 Liter Inhalt in Verbindung steht (Abb.1).

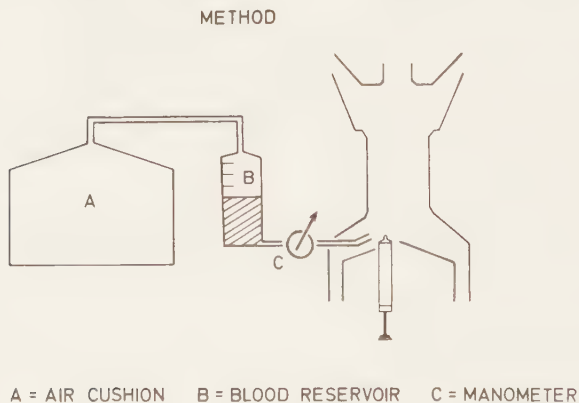


Abb. 1: Schema der Versuchsanordnung

A = Windkessel; B = graduiertes geeichtes Blutreservoir (LAMSON-Reservoir); C = seitständiges Statham-Element;

Ein seitständig mit dem Entblutungsschlauch verbundenes STAT-HAM-ELEMENT (Statham-Transducer, Statham Laboratories, Los Angeles/USA) erlaubt die fortlaufende Messung des arteriellen Blutdrucks. Das Entblutungsgefäß wird mit einem Thermostaten auf 38°C gehalten und die Sedimentation des Blutes mit einem Magnetrührer verhindert.

Über die rechte A.femoralis wird die Thermosonde zur HZV-Bestimmung nach der Thermodilutionsmethode in die Bauchaorta vorgeschoben. Je ein Polyäthylenkatheter für die blutige arterielle und venöse Blutgasanalyse wird in die präparierte linke A. und V.femoralis eingebunden. Zur Bestimmung des zentralvenösen Druckes und zur Injektion der Kältelösung für die HZV-Messung wird über die V.jugularis externa ein Katheter in den rechten Vorhof gelegt.

Zur Thromboseprophylaxe wird zu Beginn des Experiments 2 mg Liquemin^R (Heparin) pro kg intravenös verabreicht. Um einen ausreichenden Liquemin-Plasmaspiegel aufrecht zu erhalten, wird 1 mg pro kg und Std. nachinjiziert.

II.3. SCHOCKMODELL

Bei den Tieren wurde nach der Technik von LAMSON, De TURK, FINE und WIGGERS in der Modifikation nach SCHMIER ein standardisierter hämorrhagischer Schock erzeugt (55, 18, 75, 74, 76, 73, 46, 50).

Der Blutentzug erfolgte über eine Femoralarterie in das LAMSON-Gefäß mit einer Geschwindigkeit von 2 ml/kg Körpergewicht · Minute, bis der arterielle Mitteldruck 40 mm Hg erreicht: Dieser Zeitpunkt wird als NULL-Zeit bezeichnet. Die Tiere geben in der frühen Phase der Hypovolämie weiter spontan Blut ab, bis der höchste Stand des extracorporalen Blutvolumens, das MAXIMUM, erreicht ist. Nach dem MAXIMUM nehmen sie wieder Blut in den Kreislauf zurück. Sobald 1/3 des maximal abgebenen Blutvolumens zurückgenommen ist, wird das restliche extra-

corporale Blut unter Druckerhöhung im Windkesselsystem dem Tier reinfundiert, wobei die gleiche Geschwindigkeit eingehalten wird wie bei der Entblutung. Nach Ende der Rückblutung werden die Tiere weiter in Narkose bei liegendem Katheter bis zu vier Stunden nachbeobachtet.

Dieses Modell erlaubt die Beobachtung der für diesen Schock typischen Verschiebung des extracorporalen Blutvolumens bei fixiertem arteriellen Mitteldruck.

II.4. VERSUCHSABLAUF

Der Versuchsablauf wird in 6 Phasen eingeteilt:

- Phase 1: Eine Kontrollperiode von 15 Minuten dient zur Ermittlung der Ausgangswerte. Die Registrierperiode beträgt 5 Minuten.
- Phase 2: Entblutung in ein LAMSON-Reservoir mit einer Geschwindigkeit von $2 \text{ ml/kg} \cdot \text{Min.}$ bis zu einem arteriellen Mitteldruck von 40 mm Hg: Dieser Meßzeitpunkt wird als NULL-Zeit bezeichnet. Die Registrierintervalle betragen 1 Minute.
- Phase 3: Die Tiere geben weiter Blut in das LAMSON-Reservoir ab, da der arterielle Mitteldruck konsequent auf 40 mm Hg gehalten wird. Der höchste Stand des extracorporalen Volumens wird als MAXIMUM bezeichnet und leitet in die Phase 4 über. Die Registrierung erfolgt alle 5 Minuten.
- Phase 4: Zweiter Abschnitt der Hypovolämie vom MAXIMUM bis zur Rücknahme von $1/3$ des maximalen extracorporalen Volumens. Registrierintervall: 5 Min.
- Phase 5: Reinfusion der restlichen $2/3$ des extracorporalen Blutvolumens mit derselben Geschwindigkeit wie die Entblutung: $2 \text{ ml/kg} \cdot \text{Min.}$ Die Registrierperiode beträgt 1 Minute.
- Phase 6: Nachbeobachtungszeit von maximal 4 Std. mit einer 10-minütigen Registrierung.

Keines der Tiere überlebte die 4 Stunden der Nachbeobachtungsphase. Zu den Phasenlängen der einzelnen Versuchstiere vgl. Tabelle 1, Seite 7.

II.5. MESSMETHODEN

II.5.1. Transkutane Po_2 - (tc Po_2)- Messung

Die transkutane Po_2 -Messung erfolgte mit' einem von HUCH, LÜBBERS und HUCH (40, 26, 39) entwickelten und uns zur Verfügung gestellten Gerät.

Das Prinzip der hier angewandten Methode der Po_2 -Messung nach CLARK (7) beruht auf der elektrochemischen Sauerstoffreduktion an einer Edelmetallelektrode, in diesem Fall eine Platinkathode, die mit einer wasserundurchlässigen aber sauerstoffdurchlässigen Teflon- und Celophanmembran bezogen ist. Zwischen Membran und Platinkathode wird beim Beziehen 0,5-molares KCl als Elektrolyt eingebracht. Im Innern der Meßeinheit ist ein Heizelement, bestehend aus einem Spulenwiderstand und einem Thermostaten zur Kontrolle der Heiztemperatur, eingelassen (59, 43, 26).

Teflonmembran und Elektrolytlösung der Meßelektrode werden jeden Tag ausgewechselt. Die Eichung erfolgt unmittelbar vor den Messungen unter Berücksichtigung des Barometerdrucks und der Temperatur: Von zwei mit aqua bidest. gefüllten und bei 44°C thermostatisierten Fritten wird die eine mit 100% N_2 , die andere mit Raumluft kontinuierlich äquilibriert. Die Meßelektrode wird abwechselnd in die beiden Fritten gehängt bis der fließende Reduktionsstrom sein steady state erreicht. Jedes der beiden Reduktionsstrom-steady states wird mit einem Schreiber (RIKADENKI-RECORDER, Fa. Hellige, Freiburg/Germany) fortlaufend registriert.

Berechnung der Sauerstoffpartialdrücke in den Fritten:

Fritte A) 100% N₂; Sauerstoffpartialdruck ist Null

Fritte B) Raumlufte; = 20,95% Sauerstoff

Berechnung der Sauerstoffpartialdrücke (Po₂) in den Fritten:

Fritte A) 100% N₂; Po₂ = 0 mm Hg

Fritte B) Raumlufte; Po₂ =
$$\frac{(P - P_{H_2O}) \cdot 20,95^{(1)}}{100}$$

Die Einstellung auf dem Schreiber erfolgt dann so, daß die Reduktionsstromänderung, die bei einer Partialdruckänderung von 1 mm Hg auftritt, einem mm Hg auf dem Schreibpapier entspricht. Als Vorschubgeschwindigkeit werden 10 mm/Minute eingestellt.

Messung:

Als Meßposition wählten wir die Leistenbeuge, die vorher sorgfältig mit Aceton entfettet wurde. Die Elektrode wird mit einem doppelseitig haftenden EKG-Klebering auf der Haut des Versuchstieres luftdicht befestigt. Somit wird der Druck⁽²⁾ der Elektrode auf die Unterfläche gering gehalten und das Lumen der Hautgefäße nicht eingeengt.

Nach Anbringen der Elektrode wird sie auf 44°C aufgeheizt; somit wird das darunterliegende Hautareal hyperämisiert, das Kapillarblut "arterialisiert" und so arterielle Po₂-Veränderungen wiedergegeben, da molekularer Sauerstoff aus der obersten Kapillarschicht zu der auf der Haut liegenden Elektrode diffundiert (59). Der tcPo₂ wird fortlaufend mit zwei Kanälen des RIKADENKI-SCHREIBERS aufgezeichnet (Abb. 2-4, Seite 23 u. 25).

(1) P = aktueller Barometerstand in mm Hg
P_{H₂O} = Wasserdampfdruck (=68 mm Hg bei 44°C)

20,95 = Sauerstoffkonzentration der Raumlufte in Prozent

II.5.2. Kontinuierliche Blutgasanalyse (P_{aO_2} , P_{vO_2} , pH-Wert)

Die Messung der Blutgase und der pH-Werte im Durchflußverfahren wird mit je einer Spezialausführung eines Microblutgasanalysators, Modell COMBI-ANALYSATOR der Fa. Eschweiler, Kiel, für arterielles und venöses Blut durchgeführt: Die Spezialausführung besteht in der mobilen Analyse-Einheit, die auf wenige cm an das Versuchstier herangebracht werden kann. Sie steht über einen Temperierschlauch mit einem Wasserbad mit Thermostat und Umwälzpumpe in Verbindung.

Mit den beiden Blutgas-Analyse-Einheiten kann im Dauerdurchflußverfahren der art. und venöse P_{O_2} , P_{CO_2} und das pH kontinuierlich gemessen werden. Mangels Schreiberkapazität wird lediglich der art. und ven. P_{O_2} ununterbrochen mit einem RIKADENKI-RECORDER (Hellige, Freiburg i.Br.) parallel zum tCP_{O_2} aufgezeichnet (Abb. 2-4, Seite 23, 25). Die Messgutzufuhr erfolgt über 30 cm lange gasdichte Nylon-Schläuche, die über gasdichte Dreiwegehähne mit einem Katheter in der A. bzw. V.femoralis - Katheterspitze liegt vor dem re. Vorhof - in Verbindung stehen.

Vor die Blutgas-Analyse-Einheiten ist eine doppelspurige Rollerpumpe geschaltet: So wird die Fließdauer von Katheterspitze bis zur Meßeinheit (30 Sekunden) für das arterielle und venöse System synchron geregelt, ebenso ist der hydrostatische Druck an den Meßelektroden beider Meßköpfe gleich. Die beiden rückführenden Nylonschläuche münden über ein Y-Stück in einen gemeinsamen Venenkatheter.

Die Eichung des NULL-Punktes der P_{O_2} -Elektrode erfolgt in aqua bidest., welches bei 37°C mit reinstem N_2 äquilibriert wird. Mit einem Gemisch von 20% O_2 in N_2 wird aqua bidest. zur

(2) Der effektive Druck der Elektrode auf der Haut ist geringer als 0,01 p/mm². Erst ein Auflagedruck > 0,2 p/mm² würde die tCP_{O_2} -Messung auf der vasodilatierten Haut stören [HUCH 1973, (39)]

Einstellung des oberen Eichpunktes der Po_2 -Elektrode äquilibriert⁽³⁾. Die pH-Elektrode wird mit den Puffertitrisolen pH 7,385 und pH 6,841 (Fa. Ingold, Frankfurt/Main) unter Berücksichtigung der Temperatur der Pufferlösungen geeicht. Grundeichungen werden vor und nach jedem Versuch durchgeführt.

Zur Zwischeneichung kann den Analyse-Einheiten über Dreiwegehähne aqua bidest. zugeführt werden, das in einem Wasserbad bei 37°C mit 100% N_2 bzw. mit 20% O_2 äquilibriert wird. Das aqua bidest. wird nach Passage der Meßeinheit über weitere Dreiwegehähne verworfen. Das Wesentliche bei diesem Verfahren der Zwischeneichung ist, daß das geschlossene Meßsystem nicht geöffnet wird, so daß keine Luftbläschen in das System und somit in den Kreislauf des Probanden gelangen können.

II.5.3. Herzminutenvolumen (HMV)

Das Herzzeitvolumen wird mittels der Kälte-Verdünnungsmethode [SCHORER 1967 (67)] gemessen. Es wird das Meßgerät nach SLAMA und [PIIPER (68)] (Fa. A. Fischer KG, Göttingen) benutzt. Die Verdünnungskurve wird von einem Analogrechner aufgenommen, der nach Eingabe des Injektionsvolumens und der Temperaturdifferenz zwischen Injektionslösung und Blut das Herzzeitvolumen sofort berechnet und digital anzeigt.

Die Kältelösung wird manuell über einen im re. Vorhof liegenden Katheter in möglichst gleichbleibender Geschwindigkeit injiziert. Die Thermosonde wird über eine A.femoralis in die Bauch-aorta eingeführt. Als Injektionslösung wird 5%ige Glucose benutzt. Das Injektionsvolumen beträgt 0,2 ml/kg, die Temperatur 2-5°C. Am Analogrechner wird die Differenz zwischen der gesamten injizierten Flüssigkeit und dem Volumen des im Blutgefäß liegenden Katheteranteils eingestellt. Die Messungen werden

(3) Die Eichgase wurden von der Firma Messer-Griesheim, Frankfurt/M. bezogen. Die O_2 -Konzentration der einzelnen Eichgasflaschen wurde in Prozenten auf zwei Kommastellen genau angegeben und bei der Eichung berücksichtigt.

während der Vorphase alle 5 Minuten, in der hypovolämischen Schockphase alle 5 Minuten, in der Ent- und Rückblutungsphase alle 3 Minuten und in der normovolämischen Nachphase alle 10 Minuten durchgeführt.

Um die Tiere untereinander vergleichen zu können, wird das Herzzeitvolumen pro kg Körpergewicht angegeben. Aus dem Herzzeitvolumen sowie dem arteriellen und venösen Mitteldruck wird bei diesen Tieren der periphere Gesamtwiderstand (TPR) errechnet:

$$\begin{aligned} \text{TPR (dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}) &= \\ &= \frac{\text{art. Mitteldruck} - \text{ven. Mitteldruck}}{\text{Herzzeitvolumen}} \cdot 79920^{(4)} \end{aligned}$$

II.5.4. Arterieller Mitteldruck

Die arterielle Blutdruckamplitude wird mit seitständig an den Entblutungsschlauch angebrachten STATHAM-ELEMENTEN (Vgl. Abb. 1) gemessen. Über einen Integrator (SCHWARZER-VARIOSCRIPT, Schwarzer, München) wird fortlaufend der arterielle Mitteldruck berechnet und abwechselnd der arterielle Mitteldruck und die arterielle Blutdruckamplitude aufgezeichnet.

Die Eichung erfolgte vor und nach jedem Versuch bei 37°C mit einem Quecksilbermanometer. Der aktuelle Luftdruck wurde berücksichtigt.

II.6. AUSWERTUNG

Die Auswertung der vorliegenden Ergebnisse wurde auf einer Siemens 4004/151 im Rechenzentrum Großhadern durchgeführt. Eine

⁽⁴⁾ 79920 = Umrechnungsfaktor von mm Hg auf dyn/cm² sowie von Minuten auf Sekunden

biostatistische Beratung durch das Institut für medizinische Informationsverarbeitung, Statistik und Biomathematik der Universität München war damit nicht verbunden. Zum Plotten wurde eine HP 9830 desselben Instituts benutzt.

II.6.1. Festlegung biologisch sinnvoller Fixpunkte

Da in diesem Schockmodell die Dauer der einzelnen Phasen durch das biologische Verhalten der Tiere selbst gesteuert wird (Vgl. II.3. SCHOCKMODELL und II.4. VERSUCHSABLAUF), müssen die Meßdaten der einzelnen Versuchstiere sinnvoll synchronisiert werden. Diese Synchronisation erfolgt nach Fixpunkten, an denen sich alle Tiere in der gleichen biologischen Situation befinden. Als solche Fixpunkte werden angenommen:

- 1) Beginn der Entblutung: Bis dahin sind alle Tiere normovolämisch.
- 2) Ende der Entblutung: Alle Tiere sind auf dem art. Mitteldruck von 40 mm Hg angelangt.
- 3) Maximum des extracorporalen Volumens: Es wird für alle Tiere als Wendepunkt angesehen im Sinne der "schockspezifischen Vasomotion" (Vgl. später).
- 4) Beginn der Rückblutung: Der art. Mitteldruck steigt wieder über 40 mm Hg an.
- 5) Ende der Rückblutung: Alle Tiere sind wieder normovolämisch.
- 6) EKG-NUL-Linie

II.6.2. Synchronisation

Es muß bei jedem Versuch die reale Zeit zwischen zwei Fixpunkten (=eine Phase) auf einen 0 bis 100% betragenden Zeitabschnitt synchronisiert werden. Erst so können die Meßwerte mehrerer Versuchstiere miteinander verglichen werden.

Als praktisches Beispiel sei Phase 3 stellvertretend für die anderen herausgegriffen:

Die Dauer der Phase 3 wird bestimmt durch das Schockverhalten der einzelnen Tiere (Vgl. II.3. SCHOCKMODELL) und schwankt individuell zwischen 42 und 150 Minuten (Vgl. Tab. 1, Seite 7). Werden diese verschieden langen Zeitintervalle nicht real gewertet, sondern auf die 100%-Zeitachse (=Synchronachse) aufgetragen, so werden sie untereinander vergleichbar, wenn man für Phase 3 von folgender Überlegung ausgeht:

- 1) Phase 3 beginnt laut Definition (Vgl. S. 10) mit der NULL-Zeit. Dies ist ein realer Meßzeitpunkt, bei dem alle Tiere gerade den arteriellen Mitteldruck von 40 mm Hg erreicht haben. Es wird angenommen, daß sich alle Tiere an diesem Fixpunkt in der gleichen biologischen Situation befinden und somit ein Vergleich innerhalb der Population zu diesem Zeitpunkt (=0%-Zeit auf der Synchronachse) zulässig ist.
- 2) Dieselbe Überlegung gilt auch für das MAXIMUM, dem Zeitpunkt der beginnenden "schockspezifischen Vasomotion" (23). Es wird ebenfalls die gleiche biologische Situation für alle Einzeltiere an diesem Fixpunkt postuliert und unter dieser Voraussetzung ein Vergleich innerhalb der Population zulässig. Das MAXIMUM ist als Ende der Phase 3 definiert und somit der 100%-Zeit auf der Synchronachse zugeordnet. Haben die Versuchstiere 50% der realen Zeit zwischen NULL-Zeit und MAXIMUM hinter sich gebracht, wird angenommen, daß sie sich ebenfalls alle in der gleichen biologischen Situation befinden und somit ihre Meßgrößen miteinander vergleichbar werden. Dieselbe Überlegung wird auf alle Prozentwerte der Synchronachse erweitert. Der Rechner tastet diese Synchronachse - als Abscisse zu denken - ab und sammelt in der y-Achse die auf den jeweiligen Synchronpunkt fallenden Meßwerte. Diese werden dann mit dem weiter unten im Kapitel "Statistik" (II.6.4.) angeführten Verfahren ausgewertet.

II.6.3. Kritik zur Synchronisation

Die Definition der Fixpunkte richtet sich jeweils nach einem Merkmal, dem Definitionsmerkmal⁽⁵⁾. Damit wird präjudiziert, daß die Dynamik aller übrigen Merkmale⁽⁶⁾ der Dynamik des Definitionsmerkmals folgen.

Das Definitionsmerkmal eines Fixpunktes (Vgl. II.6.1.) wechselt innerhalb einer Phase: So ist, um beim Beispiel der Phase 3 zu bleiben, die 0%-Zeit mit dem Merkmal "arterieller Mitteldruck" definiert, dagegen die 100%-Zeit als höchster Stand des extracorporalen Blutvolumens und nicht mehr als Druck, der noch immer 40 mm Hg beträgt. Dieser Wechsel des Definitionsmerkmals vom 0%- zum 100%-Zeitpunkt gilt für alle Phasen (Vgl. II.6.1.).

Die Anzahl der auf einem Synchronpunkt anfallenden Meßwerte ist nicht immer gleich⁽⁷⁾, was durch das Synchronisationsverfahren bedingt ist.

Stark differierende Phasendauer und gleichzeitig in der Nähe von Fixpunkten sich schnell ändernde Einzelmeßwerte verfälschen den Kurvenverlauf zwischen den Fixpunkten. Als Beispiel sei Phase 6 des venösen pH in Abb. angeführt: Die Überlebenszeit (Phase 6) der Tiere differiert extrem (Vgl. Tab. 1). Der venöse pH in Phase 6 hält sich auf 7,2 und fällt final und präfinal ab. Ein Versuchstier mit kurzer Überlebenszeit hat nur wenige reale Meßzeitpunkte, so daß bei der Synchronisation beispielsweise ein realer, präfinaler, bereits tiefer Wert in einen der mittleren Synchronpunkte eingeht und ihn verzerrt. Hätte ein Tier in Phase 6 nur 3 reale Meßzeitpunkte, so ist der 2. reale Meßzeitpunkt zugleich der reale präfinale Meßzeitpunkt, fällt aber im Synchronisationsverfahren als zugleich mittlerer realer Wert auf den 50%-Synchronpunkt der Phase 6 und würde in diesem Beispiel den Wert am Synchronpunkt 19 verfälschen.

(5) Extracorporales Blutvolumen; arterieller Mitteldruck; EKG-NUL-Linie

(6) tcPo_2 , Po_2 , pH, HZV usw.

(7) In den Abbildungen 5-14 ist auf jeder der vertikalen Merkmalsachsen die Population ausgedruckt, die an dem betreffenden Synchronpunkt (Horizontale) in das Ergebnis eingeht

II.6.4. Statistik

Wegen der geringen Fallzahl ($n = 10$) scheint eine Darstellung nach Mittelwerten und Standardabweichungen wenig sinnvoll. Eine Fehlmessung oder Eichentgleisung würde zusehr den Mittelwert verfälschen. Statt dessen ermittelten wir für jeden Synchronpunkt 5 Perzentilen. Der Ausdruck "Perzentile" bedeutet, wie oft (in %) der bei einem Versuchstier gemessene Wert oberhalb der Meßwerte der übrigen Versuchstiere zu einem bestimmten Synchronpunkt liegt. Wenn z.B. der PO_2 eines Versuchstieres auf der 75er Perzentile liegt, so heißt das, daß 75% der Vergleichsgruppe mit ihren Werten darunter liegen, und 25% der Tiere diesen Wert übertreffen. Die 50er Perzentile (=Medianwert) ist also der Meßwert des Hundes, der von der Hälfte der Tiere nicht erreicht und von der anderen Hälfte übertroffen wird.

Die 5 Perzentilen sind:

- 0% (=Minimumwert)
- 25%
- 50% (=Medianwert)
- 75%
- 100% (=Maximumwert)

Ergibt sich durch die Synchronisation für einen Meßzeitpunkt eine Population < 5 , so entfällt dieser Zeitpunkt.

In Phase 1 werden die 3 letzten Messungen vor der Entblutung synchronisiert und so die Ausgangswerte des Versuchs festgelegt. Die in den Abbildungen dargestellten Phasenlängen sind proportional den mittleren realen Phasenlängen.

II.6.5. Kritik zur Statistik

Da es sich bei den Medianwerten um real existierende Meßwerte eines bestimmten Versuchstieres handelt, kann die Veränderung eines einzigen Meßwertes eine wesentliche Veränderung des Me-

dianwertes bewirken. So kann die alleinige Betrachtung des Medianwertes unter Umständen einen Trend vortäuschen, dem die übrigen Versuchstiere nicht folgen. Solche fehlinformativen Medianwerte wirken sich umso stärker aus, je weiter die dem Medianwert benachbarten Meßdaten vom Medianwert entfernt liegen.

Beispiel:

Diese Überlegung sei an den fiktiven Meßwerten fünf verschiedener Individuen ausgeführt:

Individuen	: I	II	III	IV	V	Medianwert
Gemessene Werte beim Synchronpunkt n	: 5	5	10	10	11	10
Gemessene Werte beim Synchronpunkt n+1	: 5	5	10	10	4	5

Für den Synchronpunkt n ergibt sich ein Medianwert von 10. Für den Synchronpunkt n+1 hingegen beträgt der Medianwert 5, nachdem der Meßwert des Individuums V vom Wert 11 auf 4 abgefallen ist. Somit ist der große Sprung des Medianwertes vom Synchronpunkt n zu n+1 durch die Meßwertänderung nur eines einzigen Individuums bedingt, während die Meßergebnisse aller übrigen Individuen unverändert bleiben.

Das angeführte Beispiel zeigt sich recht ausgeprägt bei der Herzfrequenz in Phase 6 (Vgl. Abb. 12, S.33 und die Meßdaten der HF im Anhang): Die HF eines einzigen Hundes (vom 25.9.74) fällt in Phase 6 von 140/Minute vorübergehend auf 75/Minute ab und zieht damit den Medianwert sprunghaft nach unten, während die HF der übrigen Tiere weitgehend unverändert bleibt. Verschiebt man außerdem die Synchronisation etwas, so fallen die Werte des Hundes vom 25.9.74 zwischen die Synchronpunkte, und der Medianwert der HF bliebe unverändert auf 150/Minute; das entspräche in Phase 6, Abb. 12 der Ringellinie.

Eine vergleichende Betrachtung der Medianwerte verschiedener Merkmale ist kritisch zu beurteilen, da der Medianwert des einen Merkmals nicht am selben Hund gemessen sein muß wie der Medianwert des anderen Merkmals, welches zum Vergleich herangezogen wird:

Beispiel: Zu einem beliebigen Zeitpunkt n kann der Medianwert des $tcPo_2$ vom Hund A stammen, während beispielsweise der Medianwert des Pao_2 , welcher zum Vergleich herangezogen werden soll, vom Hund B stammt.

Man sollte also bei starken Medianwert-Schwankungen den Verlauf der 25er- und 75er-Perzentilen in eine Beurteilung miteinschließen.

III. E R G E B N I S S E

In diesem Ergebnisteil ist zunächst ein Versuch in seinem typischen Ablauf gezeigt. Anschließend sind die Verläufe von extracorporalem Blutvolumen, arteriellem Po_2 , zentralvenösem Po_2 , transkutanem Po_2 , arteriellem Mitteldruck, Herzminutenvolumen, totalem peripherem Widerstand, Herzfrequenz sowie von arteriellen und venösen pH-Werten einzeln besprochen und jeweils in einer Abbildung dargestellt.

Zu Vergleichszwecken sind am Ende des Ergebnisteils die Medianwerte aller untersuchten Parameter nochmals in Abb. 15 S. 37 aufgetragen.

III.1. ORIGINALKURVE VON tcPo_2 , Pao_2 UND Pvo_2

Abbildungen 2 bis 4 zeigen die kontinuierlich aufgezeichnete Originalkurve des tcPo_2 (mit zwei Spuren) sowie den arteriellen und venösen Po_2 -Verlauf eines Einzelversuches. Die Originalkurven sind von rechts nach links zu lesen (Vgl. Zeitachse). Auf den oberen Bildhälften sind nachträglich der arterielle Mitteldruck, der periphere Widerstand und das Herzminutenvolumen eingezeichnet.

In der normovolämischen Vorphase (Abb. 2) nimmt der tcPo_2 den gleichen Verlauf wie der arterielle Po_2 . Der Ausgangswert des arteriellen Mitteldruckes liegt bei 120 mm Hg, der periphere Widerstand beträgt $4000 \text{ dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$ und das HMV 180 ml/min.kg .

Mit Einsetzen des hypovolämischen Schocks (Abb. 2 Mitte) im Laufe der Entblutungsphase fällt der tcPo_2 sehr schnell vom Pao_2 ab bis unter den zentralvenösen Po_2 . Arterielle und zentralvenöse Po_2 -Werte ändern sich vergleichsweise nur gering-

fällig. Parallel zum $tcPo_2$, sinkt der arterielle Mitteldruck bis Ende der Entblutung auf den Wert von 40 mm Hg (Vgl. SCHOCKMODELL). Das HMV fällt auf 60 ml/Min. $\cdot$ kg ab, der periphere Widerstand auf 3000 dyn $\cdot$ sec $\cdot$ cm⁻⁵.

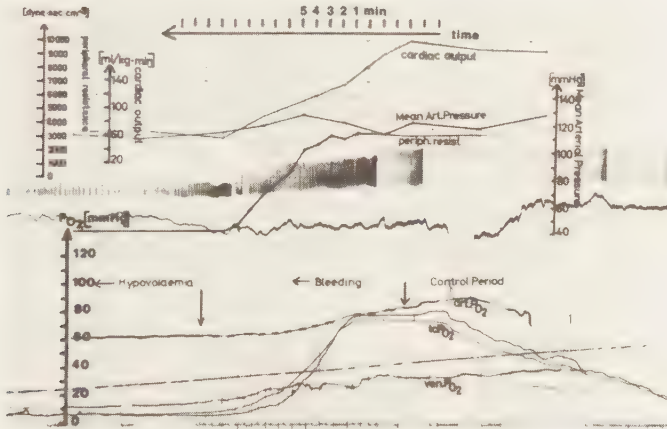


Abb. 2: Originalkurve des $tcPo_2$, des arteriellen und venösen Po_2 in der Vorphase (Control Period), Entblutung (Bleeding) und in Phase 3 (Hypovolaemia): Die Originalkurven sind von rechts nach links zu lesen, vgl. oben die Zeitachse. In der Mitte folgen von unten nach oben fortlaufend registriert der zentralvenöse Po_2 , 2 Spuren des transkutanen Po_2 ($tcPo_2$) und des arteriellen Po_2 . Oben sind peripherer Widerstand, arterieller Mitteldruck und HMV/kg nachträglich aufgetragen. Bei der Entblutung fällt der $tcPo_2$ steil vom arteriellen Po_2 ab bis unter den zentralvenösen Po_2 . Arterieller und venöser Po_2 sinken hingegen vergleichsweise nur gering. Ebenso sinkt der arterielle Mitteldruck und das HMV/KG bei der Entblutung steil ab, während sich der periphere Widerstand nur geringfügig ändert.

In der Hypovolämie bleibt der $tcPo_2$ unter dem zentralvenösen Po_2 , der selbst gering absinkt, während der arterielle Po_2 bis hin zur Reinfusion (links in Abb. 3) um 30 mm Hg auf 120 mm Hg ansteigt. Die ganze hypovolämische Schockphase hindurch ist der arterielle Mitteldruck auf 40 mm Hg fixiert.

Das HMV fällt leicht ab auf 50 ml/Min. $\cdot$ kg (Abb. 3 rechts). Der periphere Widerstand steigt in der Hypovolämie langsam und stetig an, um während der letzten 15 Minuten vor Wiederauffüllen des Kreislaufes steil von 6000 dyn $\cdot$ sec $\cdot$ cm⁻⁵ auf 4000 dyn $\cdot$ sec $\cdot$ cm⁻⁵ zu stürzen (Abb. 3 rechts).

Die schrittweise Reinfusion des extracorporalen Blutvolumens in Phase 5 (Abb. 3 Mitte) führt zu unmittelbarem und steilem Anstieg des tcPo₂. Der arterielle Po₂ sinkt zwar anfangs kurzzeitig ab, bleibt aber im wesentlichen unverändert. Der arterielle Mitteldruck steigt bei Rückblutung an, ebenso das HMV und der periphere Widerstand, so daß zu Beginn der Normovolämie der arterielle Mitteldruck 110 mm Hg beträgt, das HMV 140 ml/Min. $\cdot$ kg und der periphere Widerstand 6000 dyn $\cdot$ sec $\cdot$ cm⁻⁵.

Mit Beendigung der Reinfusion sind die Tiere normovolämisch. Für etwa 15 Minuten zeigt sich eine Übereinstimmung von arteriellem und transkutanem Po₂. Im Laufe der Nachbeobachtung entwickelten die Tiere regelmäßig einen irreversiblen normovolämischen Schock, wobei der transkutane Po₂ wiederum zusehends vom arteriellen Po₂ abweicht (Abb. 4 links). Der arterielle Mitteldruck fällt wieder gleichmäßig ab, ebenso das HMV, während der periphere Widerstand gleichzeitig ansteigt.

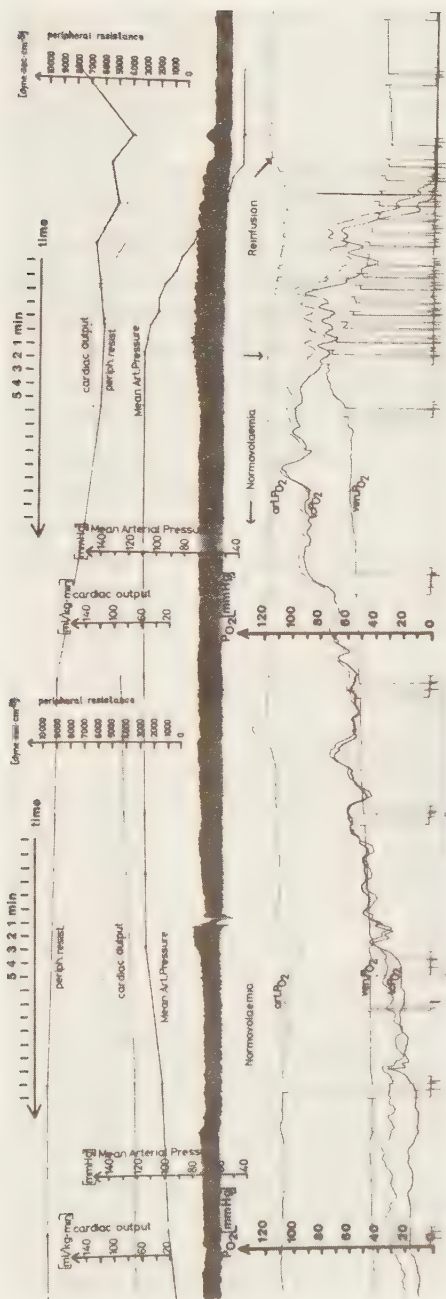


Abb. 4: Originalkurve des $tcPO_2$, art. PO_2 und ven. PO_2 in Phase 6 (Normovolaemia), von rechts nach links zu lesen. Der $tcPO_2$ fällt erneut vom art. PO_2 ab bis unter den ven. PO_2 . Der art. PO_2 und ven. PO_2 bleiben unverändert. Der arterielle Mitteldruck und das HMV nehmen gleichmäßig ab, während der periphere Widerstand allmählich zunimmt.

Abb. 3: Originalkurve des $tcPO_2$ und ven. PO_2 in Phase 4 (Hypovolaemia), Phase 5 (Reinfusion) und in Phase 6 (Normovolaemia), von rechts nach links zu lesen: In Phase 4 beträgt der $tcPO_2$ 0 mm Hg und steigt mit Reinfusion bis nahe an den art. PO_2 . Auch der ven. PO_2 steigt, aber nicht der art. PO_2 . Das HMV, der arterielle Mitteldruck sowie der periphere Widerstand steigen ebenfalls an.

III.2. EXTRACORPORALES BLUTVOLUMEN

Das dem Tier aktiv entzogene Blutvolumen beträgt am Ende der Entblutungsphase (Phase 2), der NULL-Zeit, 25 ml/kg Körpergewicht. Bis zum Höchststand des extracorporalen Blutvolumens, dem MAXIMUM, erfolgt in Phase 3 eine weitere passive Blutabgabe in das LAMSON-RESERVOIR bis auf 46,8 ml/kg; das ist um 86% mehr extracorporales Blutvolumen als bei der NULL-Zeit. Das extracorporale Blutvolumen fällt dann in Phase 4 vor Rückblutung auf 31 ml/kg, d.h. 122% des NULL-Zeit-Wertes. Nach beendeter Reinfusion sind die Tiere ab Synchronpunkt 14 wieder normovolämisch.

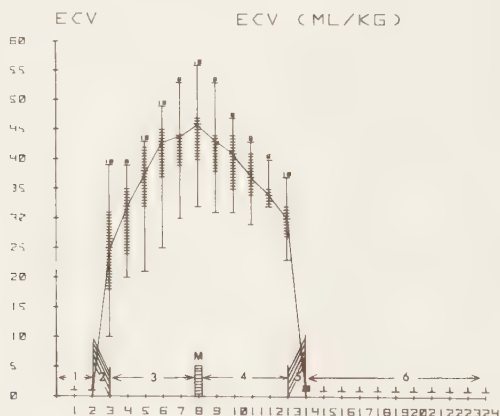


Abb. 5: Extracorporales Blutvolumen in ml/kg Körpergewicht im standardisierten hypovolämischen Schock. Die Zahlen zwischen den waagerechten Pfeilen geben die jeweiligen Phasen (Vgl. S. 10) an. Die Schrägstriche der Phase 2 zwischen Synchronpunkt 2 und 3, sowie der Phase 5 zwischen Synchronpunkt 13 und 14 soll die Ent- bzw. die Rückblutung symbolisieren. Das "M" steht für MAXIMUM der Hypovolämie. Für jeden Synchronpunkt sind die 0er-, 25er-, 50er-, 75er- und die 100er-Perzentile aufgetragen. Der Abschnitt zwischen 25er- und 75er-Perzentile ist durch kurze, waagerechte Strichelung hervorgehoben.

Die 50er-Perzentilen, sog. Medianwerte, sind miteinander verbunden.

Der Medianwert des extracorporalen Blutvolumens beträgt am Ende der Entblutung 25 ml/kg, beim MAXIMUM 47 ml/kg und bei Beginn der Rückblutung 31 ml/kg.

III.3. ARTERIELLER PO_2 (Pao_2)

Der Medianwert des Pao_2 beträgt in der Vorbeobachtungszeit 90 mm Hg. Während der Entblutung (Phase 2) ändert sich der Pao_2 unwesentlich.

Am Beginn der Hypovolämie fällt der Pao_2 in Phase 3 auf 73 mm Hg ab, steigt dann gleichmäßig an und erreicht unmittelbar nach dem Maximum zu Beginn der Phase 4 mit 103 mm Hg seinen höchsten Wert, der leicht über dem Ausgangswert liegt. Nach Wiederauffüllen des Kreislaufes bleibt der Pao_2 am Anfang der Normovolämie konstant, fällt dann langsam ab und beträgt präfinal 73 mm Hg.

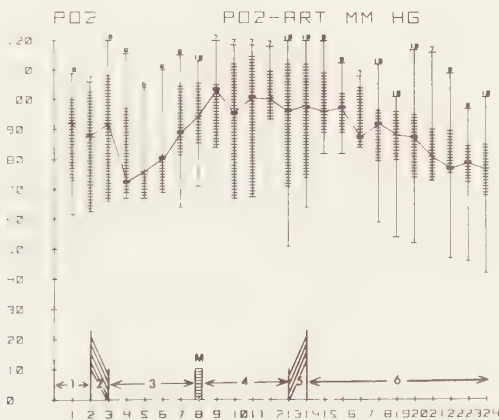


Abb. 6: Arterieller PO_2 (Pao_2) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen. Zur Darstellungsweise vgl. Abb. 5, S. 25.

Der Medianwert des Pao_2 beträgt in Phase 1 90 mm Hg und fällt in Phase 3 kurzzeitig ab. Ab dem MAXIMUM der Hypovolämie liegt der Pao_2 über dem Ausgangswert und fällt in Phase 6 langsam ab.

III.4. ZENTRALVENÖSER Po_2 (Pvo_2)

Der Medianwert des Pvo_2 beträgt in der Vorbeobachtungszeit 30 mm Hg.

Mit Beginn der Hypovolömie fällt der Pvo_2 auf 20 mm Hg, steigt während der Phasen 3 und 4 langsam an und erreicht unmittelbar vor der Rückblutung wieder seinen Ausgangswert von 30 mm Hg. Die Wiederauffüllung des Kreislaufes hat einen steilen Anstieg des Pvo_2 auf 60 mm Hg zur Folge, das entspricht 200% des Ausgangswertes.

In der normovolämischen Nachbeobachtungsphase fällt die Mediankurve während der ersten drei Synchronpunkte steil ab, dann flach und unterschreitet erst beim letzten Synchronpunkt den Ausgangswert.

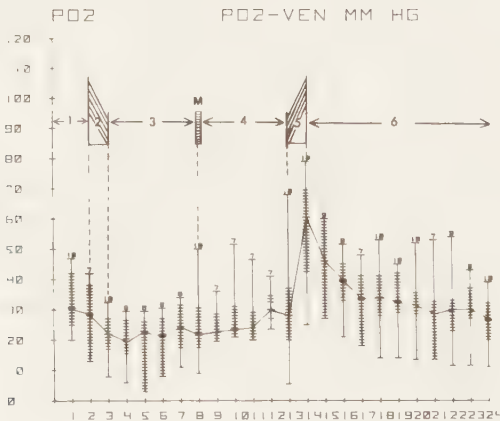


Abb. 7: Zentralvenöser Po_2 (Pvo_2) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen. Zur Darstellungsweise vgl. Abb. 5, S. 25.

Der Medianwert des Pvo_2 in Phase 1 beträgt 30 mm Hg und fällt mit Entblutung (Phase 2) ab. Bis Rückblutungsbeginn erreicht der Pvo_2 wieder seinen Ausgangswert, den er bei beendeter Reinfusion weit übersteigt. Im Laufe der Normovolämie in Phase 6 stellt sich der Ausgangswert wieder ein.

III.5. TRANSKUTANER Po_2 (tcPo_2)

Der Medianwert des tcPo_2 beträgt in der Vorbeobachtungszeit (Phase 1) 60 mm Hg. Unmittelbar nach Beendigung des Blutentzuges ist der tcPo_2 auf 10 mm Hg abgesunken.

Während der beiden hypovolämischen Phasen 3 und 4 ändert sich dieser Wert nur unwesentlich. In Synchronpunkt 9, dem ersten Meßwert nach dem Maximum des extracorporalen Volumens, erreicht der Medianwert des tcPo_2 seinen Tiefststand von 0 mm Hg. Nur 25% der Versuchstiere weisen zu diesem Zeitpunkt einen transkutanen Sauerstoffpartialdruck über 2 mm Hg auf. Am Ende der Rückblutung (Synchronpunkt 14) sind die Tiere wieder normovolämisch. Der tcPo_2 steigt auf 83 mm Hg an.

Die erste Hälfte der normovolämischen Phase 6 führt wiederum zu einem steilen Absinken des tcPo_2 , der für den Rest der normovolämischen Schockphase mit Werten von 10-15 mm Hg einen ähnlichen Verlauf nimmt wie in der hypovolämischen Schockphase.

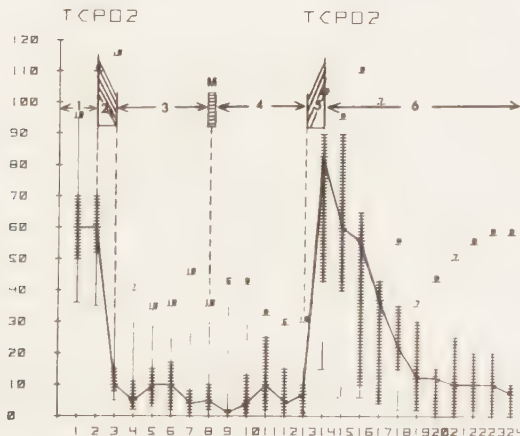


Abb. 8: Transkutaner Po_2 (tcPo_2) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen. Zur Darstellungsweise vgl. Abb. 5, S. 25.

Der Medianwert des tcPo_2 in der normovolämischen Phase 1 beträgt 60 mm Hg und fällt bei Entblutung ab. Erst in der Rückblutung steigt der tcPo_2 wieder steil an, fällt aber in der normovolämischen Phase 6 erneut ab und nimmt einen ähnlichen Verlauf wie in der Hypovolämie.

III.6. ARTERIELLER MITTELDRUCK

Der Mittelwert des arteriellen Blutdrucks beträgt 136 mm Hg. Der fixierte Mitteldruck von 40 mm Hg während der Hypovolämie entspricht 30% des Ausgangswertes.

Mit Beginn der Reinfusion steigt der Druck an und erreicht bis Ende der Rückblutung 104 mm Hg. Das entspricht 70% des Ausgangswertes.

Im Laufe der nun anschließenden Normovolämie fällt der arterielle Mitteldruck wieder ab, bis der Medianwert präfinal mit 30 mm Hg nur noch 22% des Ausgangswertes beträgt.

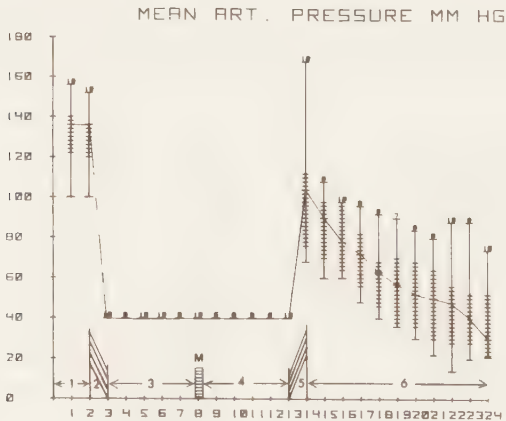


Abb. 9: Arterieller Mitteldruck in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen. Zur Darstellungsweise vgl. Abb. 5, S. 25. Der Medianwert des arteriellen Mitteldruckes in Phase 1 beträgt 136 mm Hg. Er fällt in Phase 2 steil ab. Laut Schockmodell bleibt er während der hypovolämischen Phasen 3 und 4 bei 40 mm Hg fixiert. Bei Rückblutung steigt der arterielle Mitteldruck wieder steil an und fällt in der normovolämischen Phase 6 erneut ab.

III.7. HERZMINUTENVOLUMEN (HMV)

Die 50er-Perzentile des Ausgangswertes beträgt für das HMV 150 ml/kg Körpergewicht.

In der Hypovolämie sinkt das HMV zu Beginn auf 44 ml und erreicht bei maximaler Hypovolämie mit 36 ml/Min. · kg den tiefsten Wert. Das entspricht 29% des Ausgangswertes. Bei Wiederauffüllen des Kreislaufs steigt das HMV auf 120 ml/kg.

In der folgenden normovolämischen Schockphase fällt das HMV erneut ab; zuerst steil, dann flach und präfinal auf den Tiefstwert von 26 ml/kg; das entspricht 19% des Ausgangswertes.

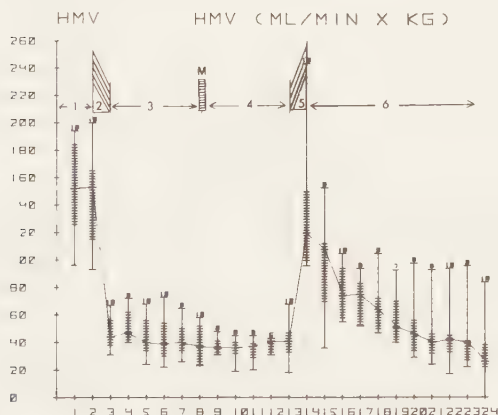


Abb. 10: Herzminutenvolumen (HMV) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen. Zur Darstellungsweise vgl. Abb. 5, S. 25.

In Phase 1 beträgt der Medianwert des HMVs 150 ml/Min. · kg, in den hypovolämischen Phasen 3 und 4 fällt das HMV steil ab. Bei Reinfusion steigt das HMV an und fällt im Laufe der normovolämischen Phase 6 erneut auf Werte der hypovolämischen Phasen ab.

III.8. TOTALER PERIPHERER WIDERSTAND (TPR)

Vor der Entblutung errechnet sich als Ausgangswert ein peripherer Widerstand von $4330 \text{ dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$.

Am Ende der Entblutung fällt der TPR kurzfristig auf 3960 ab, steigt aber sofort an und erreicht in Phase 3 den Medianwert von $5500 \text{ dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$. Das bedeutet einen Anstieg um 25% gegenüber der Vorphase. Nach dem MAXIMUM errechnen sich für Phase 4 abnehmende TPR-Werte von $4400 \text{ dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$. Während der Rückblutung ändert sich daran nichts.

Nach Wiederauffüllen des Kreislaufs ergibt sich ein erneuter Anstieg des TPR auf Medianwerte zwischen 5200 und 5700 $\text{dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$. Präfinal sinkt der periphere Widerstand ab, liegt aber mit $4600 \text{ dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$ immer noch um 6% über dem Ausgangswert.

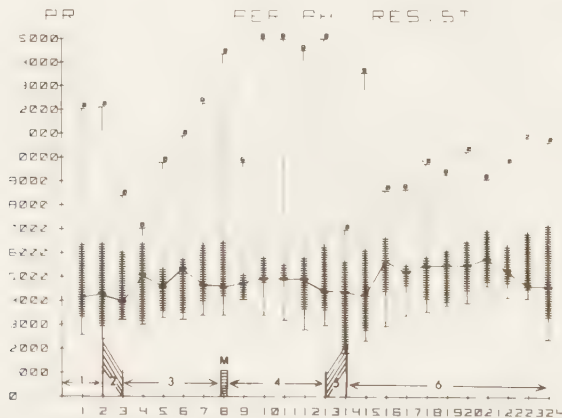


Abb. 11: Totaler peripherer Widerstand (TPR) [$\text{dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$] in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen. Zur Darstellungsweise vgl. Abb. 5, S. 25. In Phase 1 beträgt der Medianwert des TPR $4000 \text{ dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$. Er steigt in der Hypovolämie leicht an. Während der Rückblutung fällt der TPR geringfügig ab, erreicht aber in Phase 6 wieder Medianwerte von $5200-5700 \text{ dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$. Präfinal errechnet sich wieder ein geringerer TPR.

III.9. HERZFREQUENZ (HF)

Die mediane Ausgangs-HF beträgt 150/Minute.

Bis Ende der Entblutung sinkt die HF um 20% auf 120/Minute, beginnt aber gleich kontinuierlich anzusteigen und erreicht bei maximaler Hypovolämie den Höchstwert von 200/Minute. Das bedeutet eine Frequenzzunahme um 33% gegenüber der Vorphase. In Phase 4 fällt die Frequenz langsam auf 165-170/Minute ab und erreicht nach Reinfusion mit 145/Minute wieder die Ausgangsfrequenz. Diese wird bis unmittelbar vor dem Tod gehalten. Das Absinken der HF bei den Synchronpunkten 18, 19 und 20 ist als Folge der Medianwertberechnung zu verstehen (Vgl. II.6.5. Kritik zur Statistik, S. 19 ff).

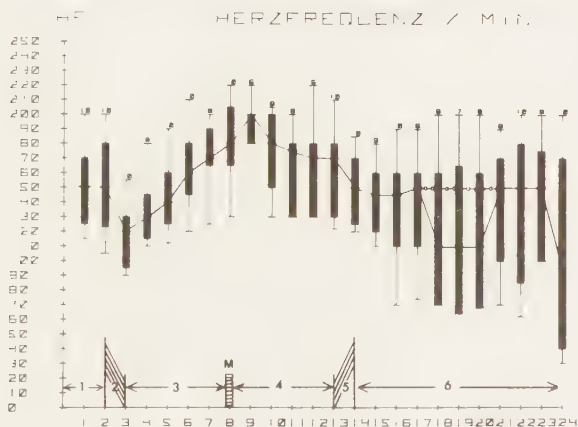


Abb. 12: Herzfrequenz (HF) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen. Zur Darstellungsweise vgl. Abb. 5, S. 25.

Der Medianwert zeigt in Phase 1 ein HF von 150/Minute an. Die HF sinkt am Beginn der Hypovolämie kurzzeitig ab und erreicht kurz nach dem MAXIMUM 200/Minute, um in Phase 4 wieder langsam abzufallen. Bei Rückblutung fällt die HF weiter ab. Die HF beträgt in der normovolämischen Phase 6 etwa 150/Minute. Zum Abfall der HF bei den Synchronpunkten 18, 19 und 20 vgl. unter II.6.5. Kritik zur Statistik, S. 19 ff).

III.10 ARTERIELLER pH-WERT

Bei unseren 10 Versuchstieren beträgt der Medianwert des arteriellen pH 7,4 Einheiten, bzw. die H^+ -Konzentration 40 nmol/l.

Nach beendetem Blutentzug fällt der pH-Wert kontinuierlich ab und erreicht unmittelbar vor Reinfusion seinen Tiefstwert mit 6,930. Das entspricht einer 3-fachen H^+ -Konzentrationszunahme auf 118 nmol/l.

Bei Wiederauffüllen des Kreislaufs steigt auch der arterielle pH-Wert gleichmäßig an und erreicht bei Synchronpunkt 20 den Medianwert von 7,280. Die H^+ -Konzentration liegt dabei mit 52 nmol/l immer noch um 30% höher als der Ausgangswert. Bei Auftreten eines NULL-Linien-EKGs fand sich ein pH-Medianwert von 7,115. Die 25er- bzw. 75er-Perzentile beträgt dabei pH 6,705 bzw. pH 7,195.

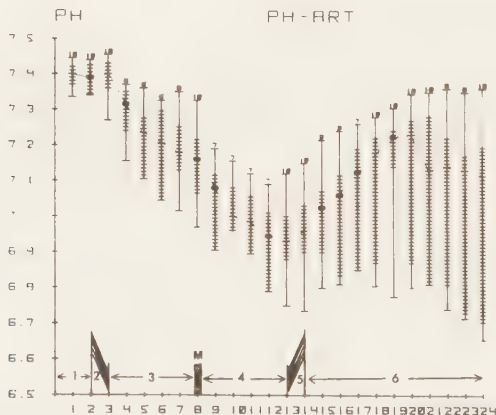


Abb. 13: Arterieller pH-Wert in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen. Zur Darstellungsweise vgl. Abb. 5, S. 25.

Der Medianwert des arteriellen pH beträgt in der Vorphase 7,4 Einheiten. In den hypovolämischen Phasen 3 und 4 fällt der Medianwert gleichmäßig ab und erreicht bei Rückblutungsbeginn seinen tiefsten Wert. In der Normovolämie steigt der arterielle pH zunächst wieder an, fällt aber dann erneut ab.

III.11. VENÖSER pH-WERT

Der Medianwert des venösen pH beträgt 7,380 Einheiten bzw. die H^+ -Konzentration 42 nmol/l.

Mit Beginn der Hypovolämie fällt der venöse pH-Wert kontinuierlich ab und erreicht vor Beginn der Reinfusion mit 6,750 den Tiefstwert. Das entspricht einer 4-fachen H^+ -Konzentrationszunahme auf 250 nmol/l.

Bei Einsetzen der Reinfusion steigt der venöse pH-Wert gleichmäßig an und erreicht bei Synchronpunkt 20 den Medianwert von 7,155 pH-Einheiten. Das ist mit 70 nmol/l eine um 66% höhere Wasserstoffionenkonzentration als in der Vorphase gemessen. Wie beim arteriellen pH-Wert fällt auch hier präfinal der Medianwert auf 7,055 pH-Einheiten. Die 25%- 75%-Verteilung erstreckt sich dabei von pH 6,695 bis pH 7,145.

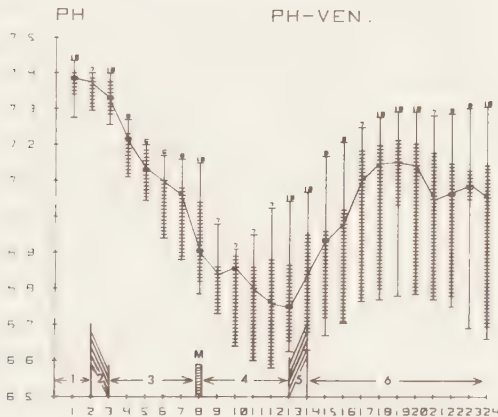


Abb. 14: Venöser pH-Wert in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen. Zur Darstellungsweise vgl. Abb. 5, S. 25.
Der Medianwert des venösen pH beträgt für die Phase 1 etwa 7,380 Einheiten. In den hypovolämischen Phasen 3 und 4 fällt der Medianwert gleichmäßig ab und erreicht bei Rückblutungsbeginn seinen tiefsten Wert. In der Normovolämie steigt der venöse pH-Wert zunächst wieder an, fällt aber dann erneut ab.

III.12. SYNOPSE ALLER MEDIANWERTE

Diese scheinbar verwirrende Abbildung (Abb. 15) soll dem mit den Einzelverläufen bereits vertrauten Leser eine Hilfe für den Vergleich dieser Kurven untereinander geben. Sämtliche in den Abbildungen 5 bis 14 dargestellten Medianwerte der Einzelparameter sind in unverändertem Maßstab in Abb. 15 gemeinsam aufgetragen. Es sei nochmals auf die Gefahren bei Gegenüberstellungen von Medianwerten hingewiesen (Vgl. unter II.6.5. Kritik zur Statistik, S. 19 ff).

Die gepunktete Fläche gibt die Hypovolämie in ml pro kg Körpergewicht an: Während der aktiven Entblutungsphase, Phase 2, steigt das extracorporale Blutvolumen steil an, bis bei der sog. NULL-Zeit (Synchronpunkt 3) ein arterieller Mitteldruck von 40 mm Hg erreicht wird, wobei das extracorporale Blutvolumen 25 ml/kg beträgt. Im Laufe der hypovolämischen Phase 3 geben die Tiere weiter passiv Volumen ab, bis beim Synchronpunkt 8 mit 46,8 ml/kg das MAXIMUM erreicht wird. Nach Überschreiten des MAXIMUMS der Hypovolämie nehmen die Tiere in Phase 4 passiv wieder Volumen in den Kreislauf zurück. Ist 1/3 des maximalen extracorporalen Blutvolumens passiv zurückgenommen, so werden in Phase 5 die restlichen 2/3 aktiv reinfundiert.

Im hypovolämischen Schock

- fällt der arterielle Mitteldruck in der Entblutungsphase von 136 mm Hg auf 40 mm Hg ab, wo er laut Schockdefinition während der hypovolämischen Phasen 3 und 4 fixiert bleibt,
- fällt das HMV von 150 ml/Minute · kg auf 44 ml/Minute · kg und ändert sich in den Phasen 3 und 4 nur geringfügig,
- fällt der tcPo₂ von 60 mm Hg auf 10 mm Hg und schwankt während der Phasen 3 und 4 zwischen 0 und 10 mm Hg,
- fällt in Phase 2 die HF kurzzeitig von 150/Minute auf 120/Minute, steigt zum MAXIMUM hin über den Ausgangs-

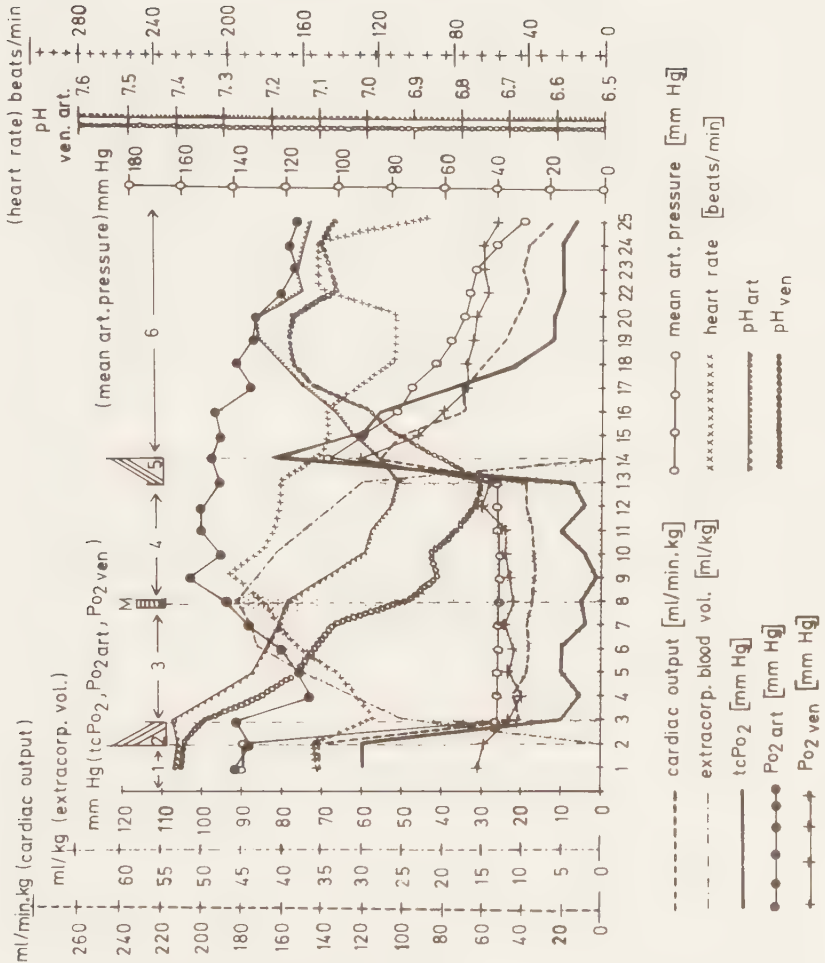


Abb. 15: Synopse der Medianwerte aller gemessenen Parameter in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen. Es sind die Medianwerte aller in den Abbildungen 5-14 dargestellten Einzelparameter für alle 6 Phasen aufgetragen. Das extracorporale Blutvolumen ist gerastert dargestellt.

- wert an und fällt in Phase 4 wiederum ab,
- fällt der zentralvenöse P_{O_2} von 30 auf 20 mm Hg ab. Nach dem MAXIMUM steigt der P_{vO_2} in Phase 4 langsam auf den Ausgangswert an,
 - fällt der P_{aO_2} mit einer kurzen Verzögerung kurzzeitig von 90 mm Hg auf 73 mm Hg, steigt in Phase 3 gleichmäßig an und liegt in Phase 4 über dem Ausgangswert,
 - fallen der arterielle und der venöse pH-Wert ab - der venöse steiler und weiter. Beide pH-Werte erreichen unmittelbar vor Rückblutung den tiefsten Wert,
 - nimmt die arterio-venöse pH-Wertdifferenz in den Phasen 3 und 4 fortlaufend zu.

Bei und nach Wiederauffüllen des Kreislaufs

- steigt der arterielle Mitteldruck in Phase 5 auf 104 mm Hg an und fällt in Phase 6 wieder gleichmäßig bis präfinal 30 mm Hg ab,
- steigt das HMV in Phase 5 auf 120 ml/Minute $\cdot$ kg und fällt in Phase 6 wieder gleichmäßig bis präfinal 40 ml/Minute $\cdot$ kg,
- steigt der t_{cPO_2} in Phase 5 auf 83 mm Hg und fällt in Phase 6 steil auf 10-15 mm Hg ab,
- fällt die HF in Phase 5 bei der Rückblutung ab. Der Medianwert der HF sackt in Phase 6 während dreier Synchronpunkte ab und kehrt anschließend zum Ausgangswert zurück,
- steigt der zentralvenöse P_{O_2} in Phase 5 kurzzeitig an und fällt in Phase 6 auf den Ausgangswert zurück,
- fällt der P_{aO_2} in Phase 5 und 6 langsam von 100 mm Hg auf 70 mm Hg ab,
- steigen der arterielle und venöse pH-Wert zunächst an - der venöse steiler als der arterielle und fallen ab Mitte der Phase 6 erneut ab,
- nimmt die arterio-venöse pH-Wertdifferenz bis zum Synchronpunkt 17 zunächst ab und ab Synchronpunkt 19 erneut zu.

IV. D I S K U S S I O N

Es ergeben sich folgende Fragen:

- Wie zuverlässig gibt eine $tcPo_2$ -Messung bei unseren Versuchstieren den arteriellen Po_2 wieder?
- Unter welchen Bedingungen kommt es zum Abweichen des $tcPo_2$ vom Pao_2 ?
- Und anhand welcher Kriterien kann ein solches Abweichen erkannt werden?

IV.1. NORMOVOLÄMISCHE PHASE 1 (VORPHASE)

IV.1.1. Schema zur $tcPo_2$ -Messung

Voraussetzung, um mit dem auf der Haut gemessenen transkutanen Po_2 eine gute Übereinstimmung mit dem blutig gemessenen arteriellen Po_2 zu erzielen, ist die "Arterialisierung" des Kapillarblutes während der gesamten Meßperiode (25, 39, 53, 58). Dazu wird die MeBelektrode auf $44^\circ C$ aufgeheizt und das darunter liegende Hautareal hyperämisiert.

Abbildung 16 veranschaulicht die transkutane Po_2 -Messung: Der Gewebs- Po_2 um die beiden seitlichen, nicht hyperämisierten Kapillarschlingen nimmt sowohl entlang der Kapillarestrecke als auch mit zunehmendem Abstand von der Kapillare (Gewebstiefe) ab (14, 15, 16, 54). Die O_2 -Versorgung des Gewebes erfolgt über kompensatorische Veränderung der Kapillarperfusion, sodaß die Gewebs-Kapillar- Po_2 -Differenz konstant bleibt (14).

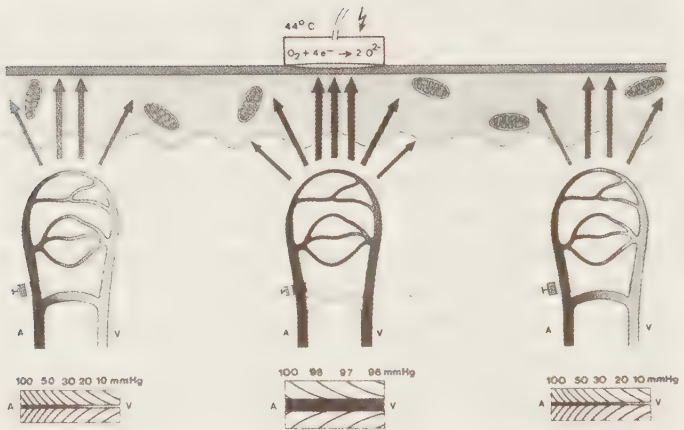


Abb. 16: Schema der tcPO₂-Messung unter physiologischen Bedingungen.
Der Gewebs-Po₂ nimmt sowohl entlang der Kapillarestrecke als auch mit zunehmendem Abstand von den Kapillaren ab, wie die re. und li. Kapillarschlinge und der darunter aufgezeichnete KROGH'sche Versorgungszylinder veranschaulichen. Die mittlere Kapillarschlinge wird bei Hyperthermie von 44°C "arterialisiert"; die O₂-Entnahme durch das Gewebe ist im Verhältnis zum O₂-Angebot gering; der an der Hautoberfläche gemessene Po₂ entspricht dem Pao₂.

Eine lokale Hyperthermie von 44°C hat eine wesentliche Zunahme der Kapillarpfusion zur Folge (Vgl. Abb. 16, mittlere Kapillarschlinge). Damit ist das O₂-Angebot im Verhältnis zur O₂-Utilisation bedeutend erhöht, der Po₂ des Kapillarblutes und des damit äquilibrierten Hautgewebes bis hin zur Hautoberfläche nimmt den Po₂ des arteriellen Blutes an und kann auf der Hautoberfläche gemessen werden. Beim Grad einer derartigen Hyperämie wirken sich geringe Perfusionsänderungen nicht auf den an der Hautoberfläche gemessenen Po₂ aus.

IV.1.2. Der tcPO₂, ein Maß für den Pao₂ in der Vorphase?

Die Ergebnisse zeigen, daß es bei den Versuchstieren gelingt,

in der normovolämischen Vorphase (Phase 1) nach Hyperämisierung eines umschriebenen Hautareals durch lokale Hyperthermie auf der intakten Haut kontinuierlich Po_2 -Werte zu messen (Abb. 2 rechts, Abb. 8 links, Abb. 15 links, Abb. 17).

Der Medianwert des tcPo_2 (Abb. 8) liegt bei der zugrundeliegenden in vitro-Eichung unter dem Medianwert des Pao_2 (Abb. 15). HUCH, LÜBBERS und HUCH bestimmten bei erwachsenen Patienten die transkutanen Po_2 -Werte bei Zugrundelegung der in vitro-Eichung ebenfalls im Mittel um 13-15% niedriger als die entsprechenden arteriellen Vergleichswerte (36). Andererseits liegen auch Untersuchungen an Neugeborenen vor, bei denen die tcPo_2 -Werte 11% höher gefunden wurden als der arterielle Po_2 (44).

Diese Differenzen sowie die unterschiedlichen Differenzen bei den einzelnen Versuchstieren dürften ihre Erklärung in der verschiedenen Beschaffenheit der Epidermis der Probanden finden (36, 43): Die gefäßlose Epidermis, durch die der Sauerstoff aus den obersten Kapillarschlingen zur Meßelektrode diffundiert, verbraucht selbst Sauerstoff. Zusätzlich verhält sich die Epidermis wie eine Membran der Elektrode und verändert die Eichkurve (43). Die gefundene Abweichung des tcPo_2 mit der in vitro-geeichten Elektrode vom Pao_2 ist um so größer, je dicker die Epidermis ist — und zwar aus folgenden Gründen:

- a) An der Platinelektrode wird O_2 verbraucht. Dieser Verlust muß vom Meßmedium durch Diffusion ausgeglichen werden, soll der Sauerstoffpartialdruck an der Meßelektrode aufrecht erhalten werden (21, 22, 20). Bei der transkutanen Po_2 -Messung liegt zwischen Meßmedium ("arterialisiertes" Kapillarblut) und Pt-Elektrode die Epidermis als zusätzlicher Diffusionswiderstand. Vom Kapillarblut zur Platinelektrode bildet sich somit ein Po_2 -Gefälle aus. Bei der blutigen Bestimmung des Pao_2 im Dauerdurchflußverfahren fehlt eine solche zusätzliche Membran.

- b) Die gefäßlose Epidermis, durch die das O_2 von den obersten Kapillarschlingen zur Meßelektrode diffundiert, verbraucht selbst Sauerstoff und verstärkt das Po_2 -Gefälle.

Berücksichtigung der Epidermisbeschaffenheit bei der Eichung:

Mit einer um Vieles aufwendigeren in situ-Eichung der Elektrode (43, 58) könnte die Membraneigenschaft der Epidermis "miteingeeicht" werden. Eine Berücksichtigung der Epidermis bei der Eichung ist um so dringlicher, je unterschiedlicher ihre Beschaffenheit ist. Da sich unsere Versuchstiere in Alter, Rasse und Behaarung erheblich unterscheiden, muß die unterschiedliche Beschaffenheit der Epidermis für die Beurteilung der $tcPo_2$ - Pao_2 -Übereinstimmung mitberücksichtigt werden:

Dazu wurde anstatt der komplizierten in situ-Eichung für jedes Versuchstier aus dem letzten $tcPo_2$ - Pao_2 -Wertepaar vor Entblutung der Quotient $Pao_2/tcPo_2$ gebildet und die übrigen $tcPo_2$ -Werte dieses Versuches mit diesem Quotienten multipliziert. Das entspricht einer "blutigen Eichung" der $tcPo_2$ -Elektrode. Dabei ergibt sich für die $tcPo_2$ - Pao_2 -Übereinstimmung ein Korrelationskoeffizient von 0,96 (Abb. 17). Diese "blutige Eichung" wurde lediglich in den Abb. 17, 18 und 19 durchgeführt, um bei quantitativer Darstellung eine Aussage über die $tcPo_2$ - Pao_2 -Übereinstimmung geben zu können. Abb. 8 und 15 zeigen die rohen, nicht blutig geeichten Meßwerte.

IV.2. HYPOVOLÄMISCHER SCHOCK

Mit Beginn der hypovolämischen Phase fällt der $tcPo_2$ unter den Pao_2 und selbst unter den zentralvenösen Po_2 ab, parallel zum HMV und zum arteriellen Mitteldruck. Bei Reinfusion steigt der $tcPo_2$ wiederum parallel zum HMV und dem arteriellen Mitteldruck erneut auf arterielle Werte an. Die übrigen

gemessenen Parameter zeigen kein unmittelbar mit dem $tcPo_2$ -Verlauf übereinstimmendes Verhalten.

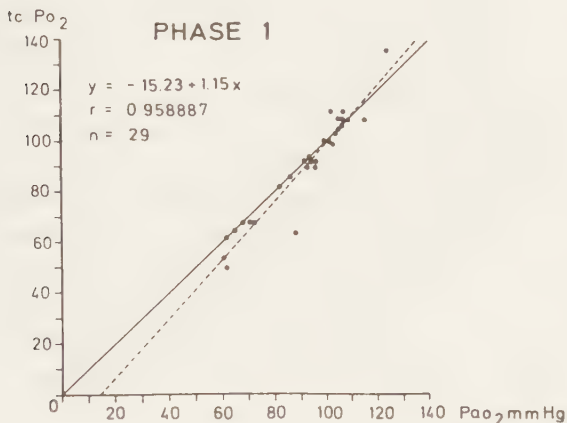


Abb. 17: Vergleich zwischen transkutan und blutig arteriell (aorta abdominalis) gemessenen PO_2 in der NORMOVO-LÄMISCHEN VORBEOBSCHTUNG (Phase 1) mit durchgezogener 45°-Identitätslinie und gestrichelt gezeichneter Regressionsgeraden.

IV.2.1. Pathophysiologische Vorbemerkung

Ein hypovolämischer Schock führt zu tiefgreifenden Veränderungen in der Dynamik der Mikrozirkulation (69, 61, 19, 5, 3). In Abhängigkeit vom Grad der arteriellen Hypotension und der Schnelligkeit ihres Auftretens kommt es über die Barorezeptoren im Aortenbogen und Karotissinus zur Auslösung der "sympathiko-adrenergen Reaktion" [CANNON (4)]: Sie besteht in der Aktivierung der sympathischen Herz- und Gefäßinnervation, postganglionärer Adrenalinfreisetzung sowie in einer maximalen Stimulation der Nebennierenrindensekretion (49). Die lokale Auswirkung der "sympathiko-adrenergen Reaktion" hängt ab von der Organinnervation (63), die deutlich regionale Unterschiede aufweist. In der Haut haben die präkapil-

lären Sphinkteren nach dem Splanchnikusgebiet und nach der Niere die höchste Alpha-Aktivität, sprich vasokonstriktorische Potenz (62), die in der Hypovolämie voll zum Tragen kommt.

IV.2.2. Der tcPo₂, ein Maß für den Pao₂?

Die Frage, ob ein tcPo₂ auch im Schock ein Maß für den Pao₂ darstellen kann, hängt davon ab, ob die lokale Hyperthermie von 44°C die Vasokonstriktion infolge aktivierter Alpha-Rezeptoren aufheben kann. Unsere Versuche zeigen eindeutig, daß dies nicht der Fall ist; denn der tcPo₂ fällt unter den Pao₂ und sogar Pvo₂ ab, was bedeutet, daß keine genügende Hyperämisierung sprich "Arterialisierung" des Kapillarblutes mehr gewährleistet ist: Der Pao₂ kann somit transkutan nicht mehr erfaßt werden. Für die tcPo₂-Pao₂-Übereinstimmung ergibt sich auch nach "blutiger Eichung" in der Hypovolämie nur ein Korrelationskoeffizient von 0,36 (Abb. 18).

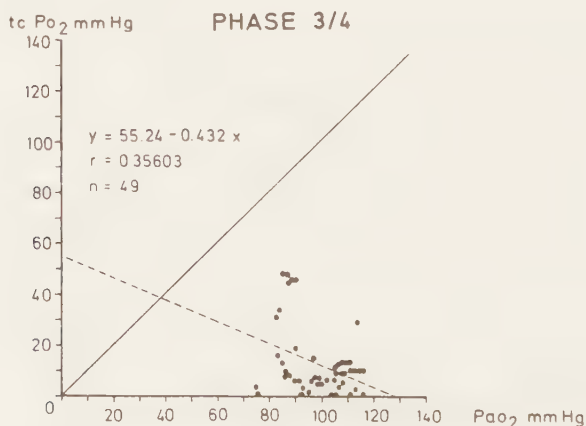


Abb. 18: Vergleich zwischen transkutan und blutig arteriell (aorta abdominalis) gemessenen Po₂ im HYPOVOLÄMISCHEN SCHOCK (MAXIMUM) mit durchgezogener 45°-Identitätslinie und gestrichelt gezeichneter Regressionsgeraden.

IV.3. RÜCKBLUTUNG

Bei der portionsweisen Rückblutung kommt es zum Anstieg des HMV und des arteriellen Mitteldruckes (Abb. 3 Mitte). Der prompte Anstieg des $tcPo_2$ in der Reinfusionsphase bei gleichbleibendem Pao_2 zeigt die wiedereinsetzende Perfusion der Haut an (Vgl. Originalkurve Abb. 3). Jede der in Abb. 3 erkennbaren $tcPo_2$ -Wellen entspricht der Reinfusion von nur 2% des Gesamtblutvolumens des Versuchstieres.

IV.4. NORMOVOLÄMISCHER SCHOCK

Im Anschluß an die Rückblutung entwickelt sich in Phase 6 regelmäßig ein normovolämischer Schock. Wiederum fällt der $tcPo_2$ nahezu parallel zum arteriellen Mitteldruck und dem HMV ab und erreicht ähnlich tiefe Werte wie in der Hypovolämie.

IV.4.1. Pathophysiologische Vorbemerkung

In der Hypovolämie bewirkt die "sympathiko-adrenerge Reaktion" eine verminderte Durchblutung der sog. Schockorgane Niere, Haut und Splanchnikusgebiet. Auf das lokal verminderte Sauerstoffangebot reagiert das Gewebe mit Umstellung auf anaeroben Stoffwechsel: Es kommt zur lokalen Anhäufung saurer Metaboliten, wie Lactat und Pyruvat, welche die Gefäßreaktivität im Sinne der "schockspezifischen Vasomotion" [HERSHEY (23)] beeinflussen: Die "sympathiko-adrenerge Reaktion" führt zu prä- und postkapillärer Gefäßkonstriktion (1). Infolge der sich entwickelnden lokalen Azidose dilatieren die präkapillären Arteriolen, während die postkapillären Venolen unverändert konstriktiert bleiben. Das Blut staut sich im Kapillargebiet an. Es kommt zum Plasmaverlust ins Interstitium, der arterielle Blutdruck und das HMV fallen ab. In der Hypovolämie ist dies

der Zeitpunkt, wenn nach maximaler "sympathiko-adrenerger Reaktion" (MAXIMUM) die präkapillären Sphinkteren dilatieren und bei fixiertem Mitteldruck anstatt Blutdruckabfalls extracorporales Volumen zurückgenommen wird.

IV.4.2. Der $tcPo_2$, ein Maß für den Pao_2 ?

Diese "schockspezifische Vasomotion" wird durch Wiederauffüllen des Kreislaufs nicht durchbrochen — trotz vorübergehenden Anstiegs des $tcPo_2$ während der Rückblutung — wie der erneute Abfall des arteriellen Mitteldruckes und HMVs in Phase 6 zeigt: Das reinfundierte Blutvolumen versackt vor allen im Splanchnikusgebiet, wo bis zu 70-100% des normalen Gesamtblutvolumens sequestriert werden können (61, 62).

So sind die Versuchstiere in Phase 6 zwar normovolämisch, aber das zirkulierende Blutvolumen nimmt ab, ersichtlich am Abfallen der Mediankurve von HMV und arteriellem Mitteldruck. Die Folgen für die transkutane Po_2 -Messung sind unter diesen Kreislaufbedingungen die gleichen wie in der Hypovolämie: Durch Erwärmung der Haut ist eine ausreichende Hyperämisierung und folglich "Arterialisierung" des Kapillarblutes nicht mehr möglich. Der $tcPo_2$ ist daher kein Maß für den arteriellen Po_2 . Auch bei blutig geeichten $tcPo_2$ -Werten beträgt der Korrelationskoeffizient für die $tcPo_2$ - Pao_2 -Übereinstimmung nur 0,18 (Abb. 19).

IV.5. WELCHE DER GEMESSENEN PARAMETER EIGNEN SICH ALS KRITERIUM, OB DER $tcPo_2$ DEN Pao_2 RICHTIG REFLEKTIERT?

Der einfachste Weg, die Übereinstimmung des $tcPo_2$ mit dem Pao_2 zu überprüfen, besteht in einer blutigen Bestimmung des Pao_2 . Jedoch ist die Punktion einer Arterie — insbesondere bei Neu- und Frühgeborenen — oft schwierig und nicht immer ungefährlich

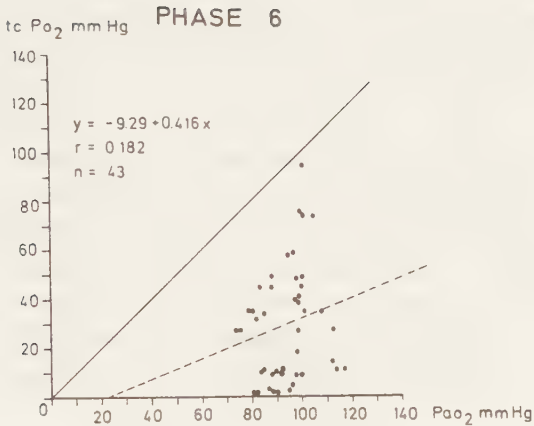


Abb. 19: Vergleich zwischen transkutan und blutig arteriell (aorta abdominalis) gemessenem Po₂ mitte Phase 6, NORMOVOLÄMISCHER SCHOCK, mit durchgezogener 45°-Identitätslinie und gestrichelt gezeichneter Regressionsgeraden.

Es muß also nach anderen, nach Möglichkeit unblutigen Kontrollverfahren gesucht werden.

Arterieller Mitteldruck — bzw. klinisch approximativ der diastolische Blutdruck — und die HF gelten als klinisch leicht und schnell erfaßbare Kriterien der Kreislagsituation.

Das Verhalten der Herzfrequenz ist bei unseren Versuchen weder im hypovolämischen noch im normovolämischen Schock ein brauchbares Kontrollmerkmal für die tcPo₂-Pao₂-Übereinstimmung (34, 32). Hingegen ist der Verlauf des tcPo₂ deutlich abhängig vom Verhalten des arteriellen Mitteldruckes — sowohl in der hypovolämischen als auch in der normovolämischen Schockphase (Vgl. Abb. 15, S. 37).

Dieselbe Beziehung besteht zwischen tcPo₂ und HMV, was nur von theoretischer Bedeutung ist, da in der Praxis eine HMV-Bestimmung zur Kontrolle des tcPo₂ noch aufwendiger wäre als eine gelegentliche blutige Pao₂-Kontrolle. Diese Beziehung von arteriellem Mitteldruck und HMV einerseits und dem tcPo₂ andererseits ist verständlich, bedenkt man das Verhalten der Hautarteriolen bei zentralem Blutdruckabfall im Sinne der be-

reits beschriebenen "sympathiko-adrenergen Reaktion".

Arterielle und venöse pH-Werte sinken bei Verschlechterung der Kreislaufverhältnisse ab, während die arterio-venöse pH-Wertdifferenz zunimmt.

So könnte der Abfall des arteriellen Mitteldruckes, bzw. des diastolischen Blutdruckes, des HMVs und die sinkende Tendenz des relativ leicht zugängigen und einfach zu bestimmenden venösen pH-Wertes — oder noch einfacher des kapillären pH-Wertes als Maß für den arteriellen pH-Wert [KOCH (51)] — ein Hinweis dafür sein, daß ein gleichzeitiger $tcPo_2$ -Abfall weniger ein Pao_2 -Verhalten wiedergibt als vielmehr Zeichen einer abnehmenden lokalen Hautperfusion ist.

HUCH, LÜBBERS und HUCH (35, 42) registrieren die zur Konstant-erhaltung der vorgegebenen Hauttemperatur aufzuwendende Heizleistung, die ein Maß für den Wärmeabtransport durch das Blut darstellt und damit als relatives Maß der lokalen Perfusion herangezogen wird: Sinkende $tcPo_2$ -Werte und gleichzeitig abnehmende Heizleistung kann ein Hinweis auf abnehmende $tcPo_2$ - Pao_2 -Übereinstimmung sein.

Mit allen Vorbehalten der Übertragbarkeit unserer Ergebnisse von Tier auf Mensch möchten wir für bestimmte klinische Situationen anraten, den $tcPo_2$ nicht ohne blutige arterielle Kontrollmessung als ein direktes Maß des Pao_2 anzusehen. Dies gilt insbesondere in den klinischen Situationen, die gekennzeichnet sind durch niedrige arterielle Drucke. Erniedrigte venöse und arterielle pH-Werte erwiesen sich lediglich im hypovolämischen Schock mit einer gewissen Verzögerung als Anzeichen einer Abweichung des $tcPo_2$ vom Pao_2 . Im normovolämischen Schock stellen die pH-Werte erst in der finalen Phase ein schwaches Kriterium zur Beurteilung der $tcPo_2$ - Pao_2 -Übereinstimmung dar. Anstatt des arteriellen pH-Wertes könnte man den leichter zugängigen kapillären pH-Wert verwerten (51).

Jedenfalls dürfen beim klinischen Bild des Schocks — und dies gilt für den hypovolämischen wie für den normovolämischen

Schock — $tcPo_2$ -Werte keinesfalls ungeprüft als ein Maß des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes angenommen werden, da — wie auch KÖNIG (52) an herzinsuffizienten Kindern nachwies — die transkutane Wiedergabe des Pao_2 hochgradig vom arteriellen Mitteldruck bzw. vom HMV abhängig ist. Ebenso konnte VERSMOLD (72) an 50 kranken Neugeborenen und NOTJOURMI (64) ebenfalls an kranken Neugeborenen bei zunehmender kardiozirkulatorischer Verschlechterung eine abnehmende $tcPo_2$ - Pao_2 -Übereinstimmung feststellen, während SWANSTRÖM (70) bei Untersuchungen an 4 kranken Neugeborenen trotz postulierter Vasokonstriktion eine gute $tcPo_2$ - Pao_2 -Übereinstimmung findet.

V. Z U S A M M E N F A S S U N G

Im standardisierten hypovolämischen Schock und dem nach Rückblutung sich einstellenden normovolämischen Schock wurde an 10 ausgewachsenen Hundebastarden fortlaufend der transkutane Po_2 , der arterielle Po_2 und zentralvenöse Po_2 , das HMV, der arterielle Mitteldruck, die Herzfrequenz sowie arterieller und venöser pH gemessen und der totale periphere Widerstand berechnet.

In der normovolämischen Phase 1 (Vorbeobachtung) nehmen tcPo_2 und Pao_2 einen ähnlichen Verlauf. Bei blutiger Eichung des tcPo_2 ergibt sich ein Korrelationskoeffizient zwischen tcPo_2 und Pao_2 von 0,96. Mit beginnender Hypovolämie fällt das HMV und der arterielle Mitteldruck steil ab. Parallel hierzu fällt der tcPo_2 unter zentralvenöse Po_2 -Werte bei nahezu unverändertem Pao_2 . Es ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von 0,36. Bei Reinfusion steigt der tcPo_2 parallel zum arteriellen Mitteldruck und dem HMV steil an und erreicht für kurze Zeit wieder eine Übereinstimmung mit dem arteriellen Po_2 . Im folgenden normovolämischen Schock fällt der tcPo_2 bei abnehmendem HMV und abnehmendem arteriellen Mitteldruck wiederum ab und erreicht Werte wie in der Hypovolämie. In der Mitte der normovolämischen Nachphase beträgt der Korrelationskoeffizient 0,18. Der transkutan gemessene Po_2 gibt im hypovolämischen Schock und im anschließenden normovolämischen Schock falsch zu tiefe Werte und stellt keine brauchbare Methode der Bestimmung des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes unter diesen pathophysiologischen Bedingungen dar.

Das Verhalten des arteriellen Mitteldruckes und des HMVs zeigt eine Parallelität zum tcPo_2 -Kurvenverlauf. Ein Absinken des arteriellen und/oder venösen pH- bzw. Zunahme der arteriovenösen pH-Wertdifferenz sollte ebenfalls Anlaß sein, einen gleichzeitig abfallenden tcPo_2 kritisch zu bewerten.

Absinken des arteriellen Mitteldruckes und des venösen pH-Wertes oder kapillären pH-Wertes könnten somit als Kriterium herangezogen werden, um die Frage zu beantworten, ob ein transkutan gemessener Po_2 -Abfall einen tatsächlichen arteriellen Po_2 -Abfall wiedergibt oder lediglich Ausdruck einer sich verschlechternden Hautperfusion ist.

VI. L I T E R A T U R

- (1) ALLGÖWER, M.: Schock. In: Hellner, H., Nissen, R., Vosschulte, K.: Lehrbuch der Chirurgie. Thieme, Stuttgart 1967.
- (2) BAUMBERGER, J. P., GOODFRIEND, R. B.: Determination of arterial oxygen tension in man by equilibration through intact skin. Fed. Proc. 10, 10 (1951).
- (3) BERMAN, H. J., FULTON, G. P.: The microcirculation as related to shock. In: Mills, L. C., Moyer, J. H.: Shock and Hypotension: Pathogenesis and treatment p. 198, Grune & Stratton, Inc. New York (1965).
- (4) CANNON, W. B.: Traumatic shock. Appleton, New York 1923.
- (5) CHIEN, S.: Blood reology and its relation to flow resistance and transcapillary exchange, with special reference to shock. Adv. Microcirc. 2, 89 (1969) Basel/New York.
- (6) CHRISTOFORIDES, C., MILLER, J. M.: Clinical use and limitations of arterialized capillary blood for P_{O_2} determination. Amer. Rev. resp. Dis. 98, 653 (1968).
- (7) CLARK, L. C., Jr.: Monitor and control of blood and tissue oxygen tension. Trans. amer. Soc. Art. Int. Org. 2, 41 (1956).
- (8) DENNHARDT, R., FRICKE, M., MAHAL, A., HUCH, A., HUCH, R.: Transcutaneous P_{O_2} monitoring in anaesthesia. Europ. J. Intensiv Care Medicine 2, 29-33 (1976).
- (9) EBERHARD, P., HAMMACHER, K., MINDT, W.: Methode zur kutanen Messung des Sauerstoffpartialdrucks. Biomed. Technik 18, 216 (1973).
- (10) EBERHARD, P., MINDT, W., JANN, F., HAMMACHER, K.: Oxygen monitoring of newborns by skin electrodes: Correlation between arterial and cutaneously determined P_{O_2} . In: Oxygen Transport to Tissue. Edited by Bruley, F., Bicher, R. I., Plenum Publishing Corporation, New York, 1973, p. 1097.

- (11) EMMRICH, P., STECHELE, U., HUCH, R., HUCH, A.: Einflüsse verschiedener Parameter auf den transkutan registrierten Sauerstoffpartialdruck bei dauerbeatmeten Früh-Neugeborenen und jüngeren Säuglingen. Read before the 7th Deutscher Kongress für Perinatale Medizin, Berlin 1974.
- (12) EMMRICH, P., STECHELE, U., HUCH, R., HUCH, A.: Anwendungsmöglichkeiten der transkutanen Sauerstoffpartialdruckmessung in der pädiatrischen Intensivmedizin. Dtsch. med. Wschr. 100, 1892-1901 (1975).
- (13) EMMRICH, P.: Die transkutane Sauerstoffpartialdruckmessung in der Pädiatrie. Mschr. Kinderheilkunde. 124, 504-510 (1976).
- (14) EVANS, N.T.S., NAYLER, P.F.D.: The systemic oxygen supply to the surface of human skin. Respir. Physiol. 3, 21-37 (1967).
- (15) EVANS, N.T.S., NAYLER, P.F.D.: Steady states of oxygen tension in human dermis. Respir. Physiol. 2, 46-60 (1966/67).
- (16) EVANS, N.T.S., NAYLER, P.F.D.: The oxygen tension gradient across human epidermis. Respir. Physiol. 3, 38-42 (1967).
- (17) FENNER, A., MÜLLER, R., BUSSE, H.G., JUNGE, M., WOLFSDORF, J.: Transcutaneous determination of arterial oxygen tension. Pediatrics 55, 224 (1975).
- (18) FINE, J., SELIGMAN, A.M.: Traumatic shock IV. A study of the problem of the "lost plasma" in hemorrhagic shock by the use of radioactive plasma protein. J. clin. Invest. 22, 285 (1943).
- (19) FUNG, Y.C.: Blood flow in the capillary bed. I. Biochem-I. Biomechanics 2, 353 (1969).
- (20) GLEICHMANN, U., LÜBBERS, D.W.: Die Messung des Sauerstoffdrucks in Gasen und Flüssigkeiten mit der Platinelektrode unter besonderer Berücksichtigung der Messung im Blut. Pflügers Arch. 271, 431 (1960).
- (21) GRUNEWALD, W.: Diffusionsfehler und Eigenverbrauch der Pt-Elektrode bei PO_2 -Messungen im steady state. Pflügers Arch. 320, 24-44 (1970).

- (22) GRUNEWALD, W.: Accuracy and errors of the Po_2 -measurements by means of the platinum electrode and its celebration in vivo. Int. Sympos. on Modern Technology in Physiological Sciences, München 1971.
- (23) HERSHEY, S.G.: Shock. Little & Brown Comp., Boston 1964.
- (24) HUCH, A.: Zur Frage der Konstanz des arteriellen Po_2 . 43. Physiol. Tag. Hannover, 1974.
- (25) HUCH, A., HUCH, R.: Klinische und physiologische Aspekte der transkutanen Po_2 -Messung in der Perinatalmedizin. Z. Geburtsh. Perinat. 179, 235-249 (1975).
- (26) HUCH, A., HUCH, R., ARNER, B., ROTH, G.: Continuous transcutaneous oxygen tension measured with a heated electrode. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 31 (1973) 269-275.
- (27) HUCH, A., HUCH, R., LINDMARK, G., ROTH, G.: Maternal hypoxaemia after pethidine. The Journal of Obstetrics and Gynaecology of the British Commonwealth 81, 608-614 (1974).
- (28) HUCH, A., HUCH, R., LÜBBERS, D.W.: Quantitative polarographische Sauerstoffdruckmessung auf der Kopfhaut des Neugeborenen. Arch. Gynäk. 207, 443 (1969).
- (29) HUCH, A., HUCH, R.: A new method for arterial blood sampling in newborn infants and adults. Arch. Dis. Childh. 48, 982 (1973).
- (30) HUCH, A., HUCH, R., ROTH, G.: Monitoring the intravascular Po_2 in newborn infants. J. Perinat. Med. 1, 53 (1973).
- (31) HUCH, A., HUCH, R., NEUMAYER, E., ROTH, G.: Continuous intra-arterial Po_2 measurements in infants. Acta paediat. scand. 62, 722 (1972).
- (32) HUCH, A., GREENWOOD, M.C., HUCH, R.: Comparative studies of continuous recordings of arterial Po_2 , heart rate and respiratory rate in newborn infants. 6th Congress of Perinatal Medicine, Berlin, 1973.
- (33) HUCH, A., LÜBBERS, D.W., HUCH, R.: Continuous intravascular Po_2 measurements with catheter and cannula electrodes in newborn infants, adults and in animals. In: Oxygen Transport to Tissue. Edited by Bicher, H.I., Bruley, D.F., Plenum Publishing Corp., New York, 1974.

- (34) HUCH,A.,LÜBBERS,D.W.,HUCH,R.: Überwachung des Neugeborenen durch transkutane Po_2 -Messung.In: Dudenhausen,J.W.,Saling,E.: Perinatale Medizin Band IV, 5.Deutscher Kongress für Perinatale Medizin,Berlin 1972,Thieme,Stuttgart 1973,p.p.473-478.
- (35) HUCH,A.,LÜBBERS,D.W.,HUCH,R.: Der periphere Perfusionsdruck: Eine neue nicht-invasive Meßgröße zur Kreislaufüberwachung von Patienten.Anaesthesist 24,39-40 (1975).
- (36) HUCH,R.,HUCH,A.: Transcutane Überwachung des arteriellen Po_2 in der Anästhesie.Einsatzfähigkeit der Methode am Beispiel der Kurznarkosen.Anaesthesist 23,181-185 (1974).
- (37) HUCH,R.,HUCH,A.,ALBANI,M.,GABRIEL,M.,SCHULTE,F.J.,WOLF,H.,RUPPRATH,G.,EMMRICH,P.,STECHELE,U.,DUC,G.,BUCHER,H.: Transcutaneous Po_2 monitoring in routine management of infants and children with cardiorespiratory problems.Pediatrics,57,681-690 (1976).
- (38) HUCH,R.,HUCH,A.,LÜBBERS,D.W.: Arterielle Sauerstoffspannung und Belastung bei Gesunden.Diagnostik 7, 803-804 (1974).
- (39) HUCH,R.,HUCH,A.,LÜBBERS,D.W.: Transcutaneous measurements of blood Po_2 (tcPo_2)-Method and application in perinatal medicine.J.Perinat.Med.1,183-191 (1973).
- (40) HUCH,R.,HUCH,A.,MEINZER,K.,LÜBBERS,D.W.: Eine schnelle, beheizte Pt-Oberflächenelektrode zur kontinuierlichen Überwachung des Po_2 beim Menschen.Medizin-Technik 1972,16.Mai 1972,Stuttgart.
- (41) HUCH,R.,LÜBBERS,D.W.,HUCH,A.: An electrode for prolonged bloodless Po_2 measurements on the skin and a method for in situ calibration.In:Oxygen Supplied by Kessler,M.,Bruley,D.F.,Clark,L.C.,Jr.,Lübbbers,D.W.,Silver,I.A.,Strauss,J., Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien,1973,p.p.101-103.
- (42) HUCH,R.,LÜBBERS,D.W.,HUCH,A.: Patientenüberwachung durch transcutane PCO_2 -Messung bei gleichzeitiger Kontrolle der relativen lokalen Perfusion.Anaesthesist 22,325-328 (1973).

- (43) HUCH, R., LÜBBERS, D.W., HUCH, A.: Quantitative continuous measurement of partial oxygen pressure on the skin of adults and newborn babies. *Pflügers Arch.* 337, 185-198 (1972).
- (44) HUCH, R., LÜBBERS, D.W., HUCH, A.: Reliability of transcutaneous monitoring of arterial Po_2 in newborn infants. *Arch. Dis. Childh.* 49, 213-218 (1974).
- (45) HUCH, R., LÜBBERS, D.W., HUCH, A.: Routine monitoring of arterial Po_2 of newborn infants by continuous registration of transcutaneous Po_2 and simultaneous control of relative local perfusion. In: *Oxygen Transport to Tissue*. Edited by Bruley, D.F., Bicher, H.I., Plenum Publishing Corporation, New York, 1974, p.p. 1121-1127.
- (46) HUIZENGA, K.A., BROFMAN, B.L., WIGGERS, C.J.: Ineffectiveness of adrenal cortex extracts in standardised hemorrhagic shock. *J. Pharmacol. Ther.* 78, 139-153 (1943).
- (47) INDYK, L.: Po_2 in the seventies. *Pediatrics* 55, 153-156 (1975).
- (48) INDYK, L., JAMES, L.S.: Transcutaneous measurements of arterial Po_2 in sick newborns (abstr.). *Pediat. Res.* 9, 366 (1975).
- (49) IRVING, M.H.: The sympatho-adrenal factor in haemorrhagic shock. *Ann. roy. Coll. Surg. Engl.*, 42, 367 (1968).
- (50) JESCH, F.: Der hämorrhagische Schock beim Hund und seine Beeinflussbarkeit durch hyperosmolare Lösungen. Inaug. Diss., München 1971.
- (51) KOCH, G., WENDEL, H.: Comparison of pH, carbon dioxide tension, standard bicarbonate and oxygen tension in capillary blood and in arterial blood during the neonatal period. *Acta paediat. scand.* 56, 10-16 (1967).
- (52) KÖNIG, CH., KEMTER, B., ECKERT, W.D., APITZ, J., BLEICHER, W.: Die Beurteilung der transkutanen Po_2 -Messung bei schwerstkranken Kindern und Säuglingen.

- (53) KÖNIG, C., KEMTER, B., BLEICHER, W., APITZ, J.: Probleme der transkutanen Po_2 -Messung bei der Überwachung herzkranker Kinder. IV. Symposium über Pädiatrische Intensivmedizin Mainz, 9.-11.10.1975.
- (54) KROGH, A.: The number and the distribution of capillaries in muscles with the calculation of oxygen pressure head necessary for supplying the tissue. J. Physiol. 52, 409 (1918/1919).
- (55) LAMSON, P.D., TURK, W.D.: Studies on shock induced haemorrhage XI. A method for accurate control of blood pressure. J. Pharmacol. exp. Ther. 83, 250-252 (1945).
- (56) LANGLANDS, J.H.M., WALLACE, W.F.M.: Small blood-samples from ear-lobe puncture: a substitute for arterial puncture. Lancet ii, 315 (1965).
- (57) LAUGHLIN, D.E., McDONALD, J.S., BEDELL, G.N.: A micro-technique for measurements of Po_2 in "arterialized" ear lobe blood. J. Lab. clin. Med. 64, 330 (1964).
- (58) LÜBBERS, D.W., HUCH, A., HUCH, R.: Unblutige, kontinuierliche Erfassung des Säure-Basen-Status beim Menschen durch transcutane Messung des arteriellen Po_2 und Pco_2 sowie der Hämoglobinkonzentration bei Körpertemperatur. Klin. Wschr. 51, 411-412 (1973).
- (59) LÜBBERS, D.W., HUCH, R., HUCH, A.: Problems of transcutaneous measurements of arterial blood gases. In: Oxygen Transport to Tissue. Edited by Bicher, H.I., Bruley, D.F., Plenum Publishing Corporation, New York, 1974, p.p. 115-120.
- (60) MacINTYRE, J., NORMAN, J.N., SMITH, G.: Use of capillary blood in measurement of arterial Po_2 . Brit. med. J. iii, 640-643 (1968).
- (61) MESSMER, K.: Die Grundlagen der modernen Schocktherapie. MMW 9, 357-365 (1970).
- (62) MESSMER, K.: Intestinale Faktoren im Schock: Intestinaler Kreislauf. Langenbecks Arch. klin. Chir. 319, 90 (1967).

- (63) MESSMER,K.,BRENDDEL,W.: Pathophysiologische Aspekte des hypovolämischen, kardiogenen und bakterio-toxischen Schocks. Med. Welt 22,1159-1164 (1971).
- (64) NOTJOURMI,E.: Der Einfluß von Geburtsgewicht, Lebensalter, pH- und Hämatokritwert des arteriellen Blutes auf das Verhältnis des transkutanen zum arteriellen O₂-Partialdruck bei kranken Neugeborenen.Inaug.-Diss. Universität München 1976.
- (65) ROTH,G.: Transcutaneous oxygen tension measurements in newborn infants.Pediatrics,55,232-235 (1975).
- (66) ROTH,G.,SJÖSTEDT,S.,CALIGARA,F.: Bloodless determination of arterial oxygen tension by polarography. Science Tools.The LKW Instruments J. 4,37-45 (1957).
- (67) SCHORER,R.: Die Technik der Thermo-Injektionsmethode mit Direktanzeige zur Bestimmung des Herzzeitvolumens.Z.prakt.Anäst.Wiederbel. 2,28-40 (1967).
- (68) SLAMA,H.,PIIPER,J.: Direktanzeigendes Rechengerät zur Bestimmung des Herzzeitvolumens mit der Thermo-Injektionsmethode.Z.Kreisl.-Forsch. 53,322-328 (1964).
- (69) SUNDER-PLASSMANN,L.,MESSMER,K.: Die Dynamik der Mikrozirkulation im Schock: Hämorreologische und hämodynamische Veränderungen.Z.prakt. Anästh. 7, 95-108 (1972).
- (70) SWANSTRÖM,S.,VILLA ELISAGA,I.,CORDONA,L.,CÁRDENES,A., MÉNDEZ-BAUER,C.,ROTH,G.: Transcutaneous Po₂ measurements in seriously ill newborn infants. Arch.Dis.Childh.,50,913-919 (1975).
- (71) VERSMOLD,H.,HANNES,V.,HÖPNER,F.,RIEGEL,K.: Kritische Anmerkungen zur transkutanen Po₂-Messung bei Risikoneugeborenen.Mschr. Kinderheilk.123,459-460 (1975).
- (72) VERSMOLD,H.T.,ONKEN,D.,HÖPNER,F.,RIEGEL,K.P.: Transcutaneous monitoring of Po₂ in the sick newborn. In:Stern,L.,Kildeberg,P.,Friis-Hansen,B.(eds.): Intensiv Care of the Newborn.Masson,New York, Paris 1977.

- (73) WERLE, J.M., COSBA, R.S., WIGGERS, C.J.: Observations on hemorrhagic hypotension in hemorrhagic shock. Amer. J. Physiol. 136, 401-420 (1942).
- (74) WIGGERS, C.J., INGRAHAN, R.C.: Hemorrhagic shock: Definition and criteria for its diagnosis. J. Clin. Invest. 25, 30-36 (1946).
- (75) WIGGERS, C.J.: Present status of shock problems. Physiol. Rev. 22, 74-123 (1942).
- (76) WIGGERS, C.J., INGRAHAN, R.C., ROEMHILD, F., GOLDBERG, H.: Vasoconstriction and the development of irreversible hemorrhagic shock. Amer. J. Physiol. 153, 511-520 (1948).

VII. A N H A N G

VII.1. VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

tcPo ₂	transkutan gemessener Sauerstoffpartialdruck
Pao ₂	blutig gemessener arterieller Sauerstoffpartialdruck
Pvo ₂	zentralvenöser Sauerstoffpartialdruck (re. Vorhof)
HMV	<u>H</u> erz <u>m</u> inuten <u>v</u> olumen
HF	<u>H</u> erz <u>f</u> requenz
TPR	totaler peripherer Widerstand
P	aktueller Barometerstand
BTPS	<u>B</u> ody- <u>t</u> emperature, <u>p</u> ressure, <u>s</u> aturated
P _{H₂O}	Partialdruck des Wasserdampfes
ECV	<u>e</u> xtra <u>c</u> orporales <u>V</u> olumen
w	weiblich
m	männlich
99999	diese Zahlenfolge in den Tabellen bedeutet fehlenden Meßwert

VII.2. TABELLEN

Hund: 20.9.1974, weiblich, Gewicht 15,4 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE I										
10.50	9,999*	9,999	999	999,9	99,9	120	+3,0	200	2,74	0
10.55	9,999	9,999	999	999,9	99,9	126	+2,0	200	2,86	0
11.00	9,999	9,999	062	88	36,5	116	+2,0	190	2,91	0
11.05	7,415	7,370	080	82	35	120	+2,0	190	3,08	0
PHASE II										
11.07	7,420	7,365	080	81	35	112	+2,0	180	2,79	30
11.08	7,425	7,370	080	79,5	31	112	+3,0	190	2,49	60
11.09	7,430	7,360	080	78,5	29,5	112	+3,0	180	2,31	90
11.10	7,435	7,365	080	79,5	26,5	108	+3,0	165	2,12	120
11.11	7,440	7,365	078	73,5	26	110	+3,0	165	1,96	150
11.12	7,440	7,370	070	71,5	31	104	+2,5	160	1,82	180
11.13	7,435	7,370	055	69,5	28,5	100	+2,0	150	1,73	210
11.14	7,430	7,360	045	68,5	26,5	84	+2,0	155	1,57	240
11.15	7,435	7,370	032	67	25,5	76	+2,0	130	1,46	270
11.16	7,440	7,375	023	66	22	68	+3,0	112	1,38	300
11.17	7,440	7,365	019	67,5	19,5	56	+2,0	115	1,18	330
11.18	7,450	7,370	012	65,5	18,5	44	+3,0	108	0,99	360
11.19	7,450	7,365	009	66	17,5	40	+3,5	90	0,89	390

*Bei Zahlenfolge 99999 liegt kein Meßwert vor

Hund: 20.9.1974, weiblich, Gewicht 15,4 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE III										
11.25	7,400	7,335	006	65	15,0	40	+4,0	105	1,04	390
11.30	7,410	7,280	006	64	15,0	40	+2,0	105	0,99	450
11.35	7,395	7,260	007	63,5	15,0	40	+2,0	112	1,11	470
11.40	7,380	7,240	011	64,0	15,0	40	+2,0	120	1,04	510
11.45	7,365	7,230	012	67,0	15,5	40	+2,0	120	0,98	510
11.50	7,360	7,215	015	72,5	16,5	40	+2,0	125	1,01	540
11.55	7,360	7,190	015	76	15,0	40	+3,0	115	0,87	575
12.00	7,355	7,155	015	78,5	17,0	40	+3,0	130	0,96	610
12.05	7,345	7,155	012	80	15,5	40	+3,0	125	0,84	630
12.10	7,340	7,125	011	83	13,5	40	+3,0	135	0,88	660
12.15	7,320	7,105	010	81,5	12,5	40	+3,0	130	0,90	675
12.20	9,999	9,999	999	999,9	99,9	40	+3,0	140	0,90	710
12.25	9,999	9,999	999	999,9	99,9	40	+3,0	145	0,85	735
12.30	9,999	9,999	999	999,9	99,9	40	+3,0	145	0,90	745
12.35	9,999	9,999	999	999,9	99,9	40	+2,5	170	0,89	760
12.40	9,999	9,999	999	999,9	99,9	40	+3,0	170	1,03	790
12.45	9,999	9,999	999	999,9	99,9	40	+3,0	165	0,88	790
12.50	7,295	7,075	005	81	13	40	+2,0	175	0,91	825

Hund: 20.9.1974, weiblich, Gewicht 15,4 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE III										
12.55	7,290	7,070	005	89	17,5	40	+2,0	170	0,87	830
13.00	7,295	7,070	004	85,5	18,5	40	+2,0	155	0,93	830
13.05	7,280	7,065	004	75	16	40	+3,0	160	0,85	850
13.10	7,245	7,045	003	92,5	17	40	+3,0	170	0,86	840
13.15	7,210	7,025	002	94,5	17,5	40	+3,0	180	0,84	845
PHASE IV										
13.20	7,190	7,015	000	74,5	20	40	+3,0	180	0,82	835
13.25	7,160	6,980	000	91,5	19,5	40	+3,0	180	0,85	830
13.30	7,120	6,965	000	84	19,5	40	+3,0	170	0,70	830
13.35	7,090	6,955	000	92,5	18,0	40	+3,0	190	0,58	830
13.40	7,050	6,915	000	83	19,0	40	+4,0	190	0,86	755
13.45	7,080	6,895	003	86	23,5	40	+4,0	200	0,81	740
13.50	7,150	6,885	005	84,5	21	40	+3,0	195	0,76	725
13.55	7,120	6,895	004	86	20	40	+3,5	190	0,74	710
14.00	7,100	7,880	004	84,5	22	40	+2,0	195	0,51	700
14.05	9,999	9,999	004	999,9	99,9	40	+2,0	190	0,58	645
14.10	6,940	6,855	007	94,5	28	40	+2,5	185	0,81	640

Hund: 20.9.1974, weiblich, Gewicht 15,4 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE IV										
14.15	6,990	6,880	006	96	27	40	+3,0	180	0,79	630
14.20	6,990	6,870	012	93,5	26,5	40	+3,0	190	0,74	615
14.25	9,999	9,999	012	999,9	99,9	40	+4,0	180	0,78	575
14.30	7,000	6,870	014	94	28	40	+4,0	180	0,78	575
PHASE V										
14.31	7,000	6,845	029	95,5	30	48	+4,0	180	1,02	530
14.32	7,015	6,845	035	90	31,5	48	+4,0	180	1,14	500
14.33	9,999	9,999	010	999,9	99,9	52	+4,0	190	1,26	470
14.34	7,020	6,855	012	90	34,5	58	+4,0	170	1,37	440
14.35	7,010	6,855	020	90	36,5	64	+4,0	170	1,55	410
14.36	7,015	6,830	025	89,5	42	68	+5,0	170	1,73	380
14.37	7,000	6,870	030	92	50	74	+5,0	170	1,89	350
14.38	6,990	6,845	033	93	60	78	+5,0	170	2,11	320
14.39	9,999	9,999	035	999,9	99,9	80	+5,0	170	2,33	290
14.40	6,990	6,855	040	98	61	84	+5,0	170	2,56	260
14.41	6,995	6,900	043	97,5	74	90	+5,0	175	2,62	230
14.42	7,000	6,935	055	96,5	73	92	+5,0	170	2,67	200

Hund: 20.9.1974, weiblich, Gewicht 15,4 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE V										
14.43	9,999	9,999	060	999,9	99,9	92	+5,0	170	2,72	170
14.44	7,000	6,945	070	97,5	82	86	+5,0	175	2,97	140
14.45	7,010	6,950	075	97	81	88	+5,0	180	3,23	110
14.46	7,015	6,960	090	96,5	80	88	+6,0	170	3,48	80
14.47	7,015	6,975	095	97	79,5	89	+6,5	180	3,59	50
14.48	7,025	6,980	095	98	80	92	+6,0	180	3,68	20
14.49	7,030	6,950	103	98	76,5	94	+6,0	180	3,77	0
PHASE VI										
14.50	9,999	9,999	103	999,9	99,9	94	+6,0	180	3,77	0
15.00	7,018	6,960	090	90	63,5	90	+5,0	180	2,30	0
15.10	7,050	6,995	081	89	60	96	+4,5	180	1,90	0
15.20	7,095	7,050	073	90	53,5	96	+4,0	190	1,62	0
15.30	7,130	7,090	065	89	51,5	88	+4,0	190	1,53	0
15.40	7,160	7,150	055	88	41	82	+4,0	190	1,30	0
15.50	7,190	7,190	045	84	45	76	+4,0	180	1,11	0
16.00	9,999	9,999	037	999,9	99,9	68	+4,0	200	1,06	0
16.10	7,220	7,220	035	79,5	30,5	60	+4,0	190	0,93	0

Hund: 20.9.1974, weiblich, Gewicht 15,4 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P art-m	P ven-m	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE VI										
16.20	7,270	7,215	035	80	28	57	+3,0	200	0,80	0
16.30	7,284	7,215	034	85	29,5	52	+3,0	200	0,75	0
16.40	7,288	7,212	032	82	27	52	+3,0	200	0,71	0
16.50	7,305	7,205	050	80	28,5	48	+2,0	190	0,66	0
17.00	7,285	7,175	050	77,5	27	48	+2,0	190	0,67	0
17.10	7,250	7,145	055	71,5	29	48	+3,0	200	0,71	0
17.20	7,260	7,150	055	75,5	27,5	44	+4,0	200	0,66	0
17.30	7,240	7,145	055	76	26,5	40	+4,0	180	0,55	0
17.40	7,175	7,110	055	79	27	40	+4,0	145	0,63	0
17.50	7,040	7,005	055	83,5	20	36	+4,0	160	0,74	0
18.00	9,999	9,999	058	999,9	99,9	36	+4,0	92	0,67	0

Hund: 24.9.1974, weiblich, Gewicht 9,5 kg, Barometerstand 706 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE I										
11.30	7,425	7,340	045	124	47	144	+2,5	160	1,58	0
11.35	7,440	7,375	036	115	44,5	138	+3,0	160	1,49	0
11.40	7,415	7,370	036	100,5	41	136	+2,0	150	1,42	0
11.45	7,415	7,360	035	106	42	136	+2,5	160	1,57	0
PHASE II										
11.48	7,415	7,360	037	107,5	43	136	+2,5	155	1,46	20
11.49	7,410	7,360	037	105	45	134	+2,0	155	1,35	40
11.50	7,410	7,355	037	104	43	132	+2,5	160	1,24	60
11.51	7,420	7,355	037	106	40,5	128	+1,5	160	1,21	80
11.52	7,430	7,355	037	107	37,5	128	+1,0	160	1,18	100
11.53	7,435	7,350	034	104,5	36	128	+1,0	160	1,16	120
11.54	7,430	7,350	034	103	34	124	+0,5	160	1,08	140
11.55	7,430	7,345	033	103	33	120	-0,5	160	0,99	160
11.56	7,430	7,340	032	98	29,5	116	+0,5	150	0,91	180
11.57	7,430	7,340	025	103	29	106	-0,5	150	0,83	200
11.58	7,425	7,335	017	99	27,5	96	-1,0	145	0,74	220
11.59	7,420	7,330	013	100	28	80	-1,5	145	0,64	240

Hund: 24.9.1974, weiblich, Gewicht 9,5 kg, Barometerstand 706 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE II										
12.00	7,425	7,325	010	102	27,5	64	-1,5	135	0,54	260
12.01	7,430	7,320	006	102,5	26	46	-2,0	140	0,43	280
12.02	7,430	7,315	005	108	25	40	-2,0	95	0,42	300
PHASE III										
12.05	9,999	9,999	004	999,9	99,9	40	-0,5	105	0,41	275
12.10	7,320	7,190	004	112	23,5	40	-0,5	115	0,51	270
12.15	7,320	7,185	002	112	24	40	-1,0	123	0,49	300
12.20	7,320	7,155	002	115,5	25	40	-1,5	145	0,52	312
12.25	9,999	9,999	002	999,9	99,9	40	-1,5	128	0,50	340
12.30	7,290	7,125	003	109,5	26	40	-1,0	130	0,51	350
12.35	7,290	7,115	003	114	26	40	-1,5	140	0,55	365
12.40	9,999	9,999	002	999,9	99,9	40	-1,5	145	0,55	390
12.45	7,280	7,080	002	112	26	40	-2,0	160	0,58	410
12.50	7,260	7,080	002	111,5	24,5	40	-3,0	170	0,54	425
12.55	7,255	7,060	002	105	24,5	40	-3,0	180	0,51	430
13.00	7,255	7,070	002	102	23,5	40	-3,0	180	0,51	440
13.05	7,240	7,055	002	96	21,5	40	-3,0	190	0,50	445

Hund: 24.9.1974, weiblich, Gewicht 9,5 kg, Barometerstand 706 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE IV										
13.10	7,215	7,025	002	91	19	40	-2,0	200	0,48	445
13.15	7,210	7,010	002	90	23,5	40	-2,5	200	0,45	410
13.20	7,190	6,980	002	111	28	40	-1,0	210	0,47	420
13.25	7,190	6,950	002	109,5	32	40	+1,0	210	0,46	410
13.30	7,160	6,920	002	110	33,5	40	+1,0	210	0,45	400
13.35	7,155	6,895	002	108,5	34,5	40	+1,0	215	0,43	390
13.40	7,130	6,865	002	108	35	40	+2,0	220	0,42	380
13.45	7,110	6,850	000	106	35,5	40	+3,0	220	0,41	370
13.50	7,095	6,830	000	103	36	40	+4,5	230	0,42	360
13.55	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	+5,0	230	0,41	350
14.00	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	+4,5	230	0,40	345
14.05	7,015	6,800	000	110,5	35	40	+2,0	225	0,51	330
14.10	7,015	6,790	000	110	35	40	+3,0	230	0,40	315
14.15	7,010	6,780	000	112	34	40	+4,0	230	0,37	310
14.20	6,975	6,760	000	112	32,5	40	+3,5	190	0,65	300
PHASE V										
14.22	6,980	6,760	000	110	35	40	+5,0	190	0,51	280

Hund: 24.9.1974, weiblich, Gewicht 9,5 kg, Barometerstand 706 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (mL)
PHASE V										
14.23	6,995	6,770	000	105	36	48	+8,0	200	0,62	260
14.24	7,000	6,780	010	101	38,5	50	+5,0	200	0,73	240
14.25	7,005	6,785	018	99	41	60	+8,5	200	0,83	220
14.26	6,985	6,800	050	100	44	68	+5,0	195	0,84	200
14.27	6,965	6,785	072	102	48	72	+4,0	200	0,85	180
14.28	6,955	6,780	065	102	47,5	76	+6,0	195	0,86	160
14.29	6,950	6,770	055	104	51,5	84	+3,5	200	0,97	140
14.30	6,945	6,785	065	105,5	51,5	88	+5,0	190	1,08	120
14.31	6,940	5,800	095	106	54	96	+6,5	180	1,18	100
14.32	6,935	6,770	087	107,5	58	100	+9,0	185	1,23	80
14.33	6,930	6,810	085	108	60	100	+10,0	180	1,28	60
14.34	6,930	6,815	085	109,5	66	106	+7,5	180	1,32	40
14.35	6,930	6,830	085	110,5	72	108	+7,0	180	1,37	20
14.36	6,935	6,845	090	111	76	110	+6,0	170	1,40	0
PHASE VI										
14.40	6,960	6,860	105	111	63	100	+5,0	160	1,26	0
14.50	7,025	6,935	095	110,5	54,5	100	+2,5	160	1,06	0

Hund: 24.9.1974, weiblich, Gewicht 9,5 kg, Barometerstand 706 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE VI										
15.00	7,055	6,955	057	108,5	50,5	98	+2,0	170	0,86	0
15.10	7,090	6,995	060	103,5	47,5	98	+4,0	170	0,82	0
15.20	7,085	7,135	040	90	42,5	98	+4,0	170	0,82	0
15.30	7,125	7,050	025	100	42,5	86	-2,0	170	0,69	0
15.40	7,140	7,075	025	100	42,5	82	-2,0	170	0,69	0
15.50	7,145	7,070	015	100	38,5	72	-2,0	170	0,61	0
16.00	7,150	7,075	009	98,5	36	66	-3,0	175	0,55	0
16.10	7,155	7,075	003	100	37	66	-2,5	180	0,58	0
16.20	7,140	7,065	002	97	33,5	56	-3,0	180	0,46	0
16.30	7,130	7,050	001	96,5	32	52	-2,0	200	0,38	0
16.40	7,115	7,020	000	98	32,5	52	-0,5	200	0,42	0

Hund: 25.9.1974, männlich, Gewicht 8,9 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE I										
10.15	7,380	7,350	999	99	43	144	0	180	1,50	0
10.20	7,380	7,350	050	96,5	42	138	0	180	1,65	0
10.25	7,375	7,345	050	94,5	38	142	0	185	1,45	0
10.30	7,375	7,355	050	91,5	39,5	138	-1	180	1,65	0
PHASE II										
10.33	7,370	7,360	050	95	40	136	0	180	1,54	20
10.34	7,375	7,370	050	96	40	132	-2,0	180	1,44	40
10.35	7,375	7,370	050	92,5	37	132	-2,0	180	1,34	60
10.36	7,370	7,370	050	92	36,5	132	-2,0	170	1,24	80
10.37	7,370	7,365	045	91	36	130	-3,0	180	1,16	100
10.38	7,385	7,360	039	91,5	35,5	124	-2,0	180	1,09	120
10.39	7,380	7,355	034	88,5	33	120	-2,0	170	1,01	140
10.40	7,380	7,350	030	90,5	32,5	112	-2,0	170	0,90	160
10.41	7,390	7,350	030	92	32	94	-2,0	170	0,79	180
10.42	7,400	7,345	027	92,5	30	80	-2,0	160	0,68	200
10.43	7,395	7,340	018	90	26	58	-2,0	155	0,58	220
10.44	7,405	7,335	012	93,5	23	48	-2,0	145	0,48	240

Hund: 25.9.1974, männlich, Gewicht 8,9 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE II										
10.45	7,410	7,330	010	96,5	22	40	-2,0	120	0,38	260
PHASE III										
10.50	7,345	7,265	010	97	20	40	-2,0	140	0,43	265
10.55	7,330	7,240	010	99,5	21	40	-2,0	145	0,44	285
11.00	7,315	7,210	005	100	20	40	+1,5	145	0,45	300
11.05	7,315	7,180	005	102	20	40	+2,0	150	0,42	315
11.10	7,295	7,150	005	106	20	40	+2,5	150	0,42	320
11.15	7,320	7,230	004	105	20,5	40	+2,5	160	0,44	330
11.20	7,330	7,125	004	108	21	40	+2,5	160	0,40	340
11.25	7,335	7,110	003	109	21,5	40	+2,5	155	0,43	350
11.30	9,999	9,999	002	999,9	99,9	40	+3,5	175	0,38	360
11.35	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	+3,5	180	0,38	375
11.40	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	+3,0	180	0,35	395
11.45	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	+3,0	200	0,35	400
11.50	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	+2,5	200	0,33	400
11.55	7,255	7,005	000	116	25	40	+3,0	190	0,44	410
12.00	7,255	6,965	000	116	23,5	40	+3,0	195	0,33	420

Hund: 25.9.1974, männlich, Gewicht 8,9 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE III										
12.05	7,210	6,900	000	106	22	40	+3,5	200	0,30	420
12.10	7,220	6,860	000	105,5	21	40	+4,0	200	0,30	420
PHASE IV										
12.15	7,180	6,810	000	104	22	40	+3,5	190	0,29	420
12.20	7,165	6,785	000	111	22	40	+4,0	200	0,31	395
12.25	7,135	6,760	000	109,5	22,5	40	+4,0	200	0,30	395
12.30	7,115	6,745	000	105,5	22	40	+4,0	200	0,28	395
12.35	7,080	6,730	000	103,5	22,5	40	+4,0	200	0,29	390
12.40	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	+4,5	200	0,30	395
12.45	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	+4,5	200	0,28	390
12.50	7,010	6,670	000	118	22,5	40	+5,0	200	0,34	380
12.55	6,985	6,660	000	119	24	40	+5,0	200	0,30	370
13.00	6,975	6,650	000	119	23	40	+5,0	200	0,29	370
13.05	6,960	6,640	000	114,5	22	40	+5,5	200	0,28	360
13.10	6,945	6,630	000	116,5	22	40	+5,0	200	0,30	360
13.15	6,930	6,620	000	110,5	23	40	+5,0	200	0,30	355
13.20	6,900	6,610	000	117	21,5	40	+5,0	190	0,29	348

Hund: 25.9.1974, männlich, Gewicht 8,9 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE IV										
13.25	6,895	6,600	000	118	22	40	+4,5	185	0,26	335
13.30	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	+4,5	185	0,25	330
13.35	6,880	6,600	000	119	22	40	+5,0	190	0,29	330
13.40	6,850	6,600	000	119,5	23,5	40	+5,0	180	0,30	325
13.45	6,835	6,600	000	114	25	40	+5,0	180	0,28	320
13.50	6,855	6,580	000	114	23,5	40	+5,0	180	0,28	320
13.55	6,840	6,580	000	114	24	40	+5,0	180	0,28	310
14.00	6,860	6,585	000	119,5	22,5	40	+5,0	180	0,29	300
14.05	6,850	6,590	000	117,5	22,5	40	+5,0	180	0,28	280
14.10	6,885	6,625	000	112	22	60	+6,0	170	0,53	260
PHASE V										
14.11	6,880	6,635	000	109	26,5	70	+6,0	170	0,63	240
14.12	6,880	6,615	030	108	32	76	+6,0	170	0,73	220
14.13	6,875	6,615	050	108	45	84	+6,0	170	0,82	200
14.14	6,880	6,660	052	115	56	88	+6,5	160	0,90	180
14.15	6,930	6,710	060	116	58	96	+6,5	170	0,98	160
14.16	6,925	6,750	067	113,5	65	96	+6,5	170	1,06	140

Hund: 25.9.1974, männlich, Gewicht 8,9 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P art-m	P ven-m	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE V										
14.17	6,870	6,755	068	116,5	83,5	100	+6,0	160	1,13	120
14.18	6,870	6,780	072	112	85	108	+6,0	165	1,20	100
14.19	6,860	6,780	075	113	81	110	+6,0	160	1,28	80
14.20	6,835	6,800	078	113	76	112	+6,0	160	1,33	60
14.21	6,895	6,825	080	115	75,5	112	+6,0	165	1,38	40
14.22	6,895	6,835	082	116	78	116	+6,0	160	1,42	20
14.23	6,900	6,840	083	115	75	114	+6,0	160	1,48	0
PHASE VI										
14.30	6,865	6,800	097	121	63	112	+6,0	170	1,20	0
14.40	6,900	6,830	080	119,5	53,5	108	+6,0	155	1,06	0
14.50	6,940	6,865	060	116,5	52,5	102	+5,5	145	1,03	0
15.00	6,980	7,005	060	114,5	52,5	100	+6,0	140	1,05	0
15.10	9,999	9,999	058	999,9	99,9	100	+6,0	140	1,03	0
15.20	7,060	7,025	056	111	40	92	+5,5	140	0,89	0
15.30	7,090	7,070	053	108	46	88	+6,0	140	1,00	0
15.40	7,130	7,105	042	108	34	80	+5,0	74	0,82	0
15.50	7,160	7,145	036	98	33	84	+5,5	73	0,87	0

Hund: 25.9.1974, männlich, Gewicht 8,9 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE VI										
16.00	7,195	7,185	028	97,5	33	80	+6,0	130	0,94	0
16.10	9,999	9,999	022	999,9	99,9	76	+6,0	70	0,94	0
16.20	7,280	7,265	010	97,5	28	72	+6,0	65	0,85	0
16.30	7,305	7,280	005	98	29,5	70	+5,5	64	0,83	0
16.40	7,305	7,295	002	96	29	74	+6,0	67	0,70	0
16.50	7,305	7,290	001	94,5	29	72	+6,0	68	0,80	0
17.00	7,305	7,285	000	95,5	29,5	78	+6,0	68	0,88	0
17.10	7,320	7,290	000	96	30	78	+6,0	67	0,86	0
17.20	7,330	7,275	025	94	30	80	+6,0	70	0,83	0
17.30	7,335	7,285	050	93	28,5	80	+6,5	78	0,81	0
17.40	7,330	7,285	063	93	28,5	80	+6,5	70	0,76	0
17.50	7,345	7,285	050	89,5	23	88	+4,0	95	0,84	0
18.00	7,330	7,275	055	89,5	34	92	+3,5	150	0,91	0
18.10	7,345	7,295	058	85	28	88	+4,0	150	0,86	0
18.20	7,335	7,295	055	85	27	86	+4,0	155	0,75	0
18.30	7,340	7,285	050	85	25	74	+5,0	150	0,75	0

Hund: 26.9.1974, männlich, Gewicht 10,9 kg, Barometerstand 702 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE I										
16.45	7,445	7,435	056	92,5	47	138	+1,0	165	1,82	0
16.50	9,999	9,999	050	999,9	99,9	142	+1,5	165	2,12	0
16.55	9,999	9,999	052	999,9	99,9	144	+1,0	150	1,89	0
17.00	7,432	7,430	052	86	44	136	+2,0	150	1,71	0
PHASE II										
17.01	7,445	7,430	054	85,5	45	134	+2,0	155	1,64	20
17.02	7,440	7,430	055	85,5	45,5	140	+1,5	165	1,56	40
17.03	7,440	7,425	057	87	44,5	134	+1,5	155	1,49	60
17.04	7,440	7,425	056	86	43,5	130	+1,5	160	1,42	80
17.05	7,435	7,425	053	87	41,5	122	+1,5	155	1,31	100
17.06	7,450	7,430	051	87	42	120	+1,5	155	1,24	120
17.07	7,450	7,430	045	89	41	112	+1,5	150	1,16	140
17.08	7,450	7,420	038	88	39,5	102	+2,0	155	1,11	160
17.09	7,445	7,415	036	87,5	37	84	+1,5	150	1,04	180
17.10	7,445	7,410	025	88	33	70	+1,5	130	0,99	200
17.11	9,999	9,999	019	999,9	99,9	58	+1,0	135	0,94	220
17.12	7,440	7,405	013	90	33,5	48	0	130	0,88	240

Hund: 26.9.1974, männlich, Gewicht 10,9 kg, Barometerstand 702 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE II										
17.13	7,440	7,400	009	92	32,5	41	-0,5	130	0,81	260
17.14	9,999	9,999	008	999,9	99,9	41	-1,0	135	0,68	280
PHASE III										
17.15	7,385	7,355	007	96	32,5	40	-1,0	135	0,69	280
17.20	7,380	7,330	008	94,5	33	40	-1,5	125	0,71	290
17.25	7,350	7,270	008	95,5	29,5	40	-2,0	140	0,75	340
17.30	7,350	7,245	008	99	30	40	-2,0	145	0,76	350
17.35	7,350	7,235	009	99	29	40	-2,5	150	0,74	370
17.40	9,999	9,999	009	999,9	99,9	40	-3,0	160	0,71	410
17.45	9,999	9,999	009	999,9	99,9	40	-2,5	160	0,63	410
17.50	9,999	9,999	009	999,9	99,9	40	-2,5	165	0,63	430
17.55	9,999	9,999	008	999,9	99,9	40	-2,5	170	0,46	440
18.00	7,315	7,160	008	106	30,5	40	-3,5	180	0,58	460
18.05	7,295	7,140	007	106,5	31,0	40	-3,5	190	0,54	485
18.10	7,255	7,090	007	105	28,0	40	-4,0	200	0,54	495
18.15	7,225	7,035	008	108	31,5	40	-4,0	205	0,52	510
18.20	7,210	6,990	008	108	31	40	-4,0	210	0,49	510

Hund: 26.9.1974, männlich, Gewicht 10,9 kg, Barometerstand 702 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE IV										
18.25	7,175	6,940	008	107,5	32,5	40	-4,0	220	0,49	505
18.30	7,150	6,895	008	107	33	40	-4,0	220	0,57	500
18.35	7,130	6,840	010	105	29	40	-3,0	220	0,48	485
18.40	7,090	6,810	010	107	24,5	40	-2,0	220	0,50	470
18.45	7,050	6,790	011	107	27	40	-3,0	230	0,50	455
18.50	7,045	6,775	013	108	32,5	40	-3,0	230	0,47	440
18.55	7,010	6,780	018	107	33	40	-2,5	225	0,45	425
19.00	6,990	6,760	025	107,5	34	40	-2,0	220	0,49	410
19.05	6,965	6,760	030	107,5	35	40	-2,5	220	0,47	390
19.10	6,945	6,760	030	109	35	40	-2,5	220	0,47	375
19.15	6,945	6,755	029	109	36,5	40	-2,0	210	0,45	360
19.20	6,930	6,740	025	107,5	37	40	-2,5	210	0,46	340
19.25	6,950	6,745	017	100	36,5	40	-1,5	200	0,46	320
PHASE V										
19.26	6,950	6,740	024	99	37	46	0	200	0,57	300
19.27	6,960	6,730	020	100	37	50	+1,0	200	0,68	280
19.28	6,945	6,720	029	100	37,5	56	+2,0	170	0,78	260

Hund: 26.9.1974, männlich, Gewicht 10,9 kg, Barometerstand 702 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE V										
19.29	6,960	6,700	035	101,5	38	60	+2,0	190	0,86	240
19.30	6,955	6,695	050	101	37,5	64	+2,0	190	0,93	220
19.31	6,965	6,690	063	101,5	40	72	+2,0	165	1,01	200
19.32	6,965	6,680	072	104	42	76	+2,0	170	1,07	180
19.33	6,980	6,675	075	105	44,5	80	+2,5	170	1,13	160
19.34	6,980	6,670	070	105	46,5	86	+3,0	160	1,19	140
19.35	6,965	6,700	076	107,5	50	88	+4,0	170	1,26	120
19.36	6,950	6,725	072	111	56	94	+3,0	165	1,32	100
19.37	6,950	6,745	072	111	60	98	+5,0	150	1,39	80
19.38	6,955	6,760	092	111	63	112	+4,0	160	1,49	60
19.39	6,960	6,775	092	112	65	114	+5,0	155	1,58	40
19.40	6,970	6,800	090	113	68	114	+5,0	150	1,68	20
19.41	6,975	6,835	095	112,5	70	110	+4,5	150	1,62	0
PHASE VI										
19.50	7,025	6,910	093	106,5	62,5	104	+2,5	145	1,52	0
20.00	7,075	6,960	072	104,5	52,5	98	+1,0	145	1,24	0
20.10	7,120	7,020	054	102	45,5	80	+0,5	150	1,19	0
20.20	9,999	9,999	048	999,9	99,9	78	+1,0	150	1,04	0

Hund: 26.9.1974, männlich, Gewicht 10,9 kg, Barometerstand 702 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE VI										
20.30	7,175	7,090	043	99	39	72	+2,0	150	1,03	0
20.40	7,205	7,130	042	97	38,5	68	+1,0	150	0,91	0
20.50	7,220	7,150	036	97	37	63	+1,0	150	0,84	0
21.00	7,230	7,155	030	98,5	37	60	+1,0	155	0,73	0
21.10	9,999	9,999	033	999,9	99,9	60	+3,0	160	0,65	0
21.20	7,230	7,145	030	99,5	35,5	56	+1,0	155	0,65	0
21.30	9,999	9,999	999	999,9	99,9	54	+1,0	160	0,58	0
21.40	7,230	7,130	025	99	33,5	50	+1,5	170	0,54	0
21.50	7,210	7,105	023	98,5	34,5	48	+2,0	180	0,57	0
22.00	7,200	7,100	020	98	35,5	46	+4,5	190	0,48	0
22.10	7,175	7,090	020	97	37	32	+6,5	200	0,45	0
22.20	7,120	7,055	023	94,5	37	30	+8,0	175	0,43	0

Hund: 27.9.1974, männlich, Gewicht 15 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE I										
14.20	9,999	9,999	069	999,9	99,9	138	-1,5	130	2,69	0
14.25	9,999	9,999	077	999,9	99,9	134	-1,0	130	2,82	0
14.30	7,410	7,400	087	100,5	47	132	-3,0	135	2,71	0
14.35	7,430	7,415	087	100	46,5	128	0	135	2,59	0
PHASE II										
14.37	7,435	7,425	086	100,5	46	124	-1,5	130	2,43	30
14.38	7,435	7,425	087	101	44,5	118	-1,5	130	2,27	60
14.39	7,435	7,425	083	88,5	43,5	116	-2,0	125	2,10	90
14.40	7,430	7,420	078	88	42	110	-2,0	125	1,93	120
14.41	7,425	7,420	075	86,5	40	100	-2,0	125	1,74	150
14.42	7,425	7,415	065	85,5	38	96	-1,5	122	1,58	180
14.43	7,425	7,420	055	85,5	37	86	-1,5	118	1,39	210
14.44	7,420	7,415	048	84,5	35,5	76	-2,0	110	1,20	240
14.45	7,420	7,405	037	82	32,5	62	-1,5	95	1,02	270
14.46	7,410	7,405	029	80,5	32	46	-2,0	95	0,96	300
14.47	7,405	7,400	017	79	29,5	36	-2,0	95	0,90	330

Hund: 27.9.1974, männlich, Gewicht 15 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE III										
14.50	7,395	7,365	010	66	30	40	-1,5	79	0,85	295
14.55	7,360	7,315	014	68	28,5	40	-1,5	92	0,94	250
15.00	7,345	7,255	017	70,5	29	40	-2,0	100	1,00	280
15.05	7,315	7,215	021	71	28,5	40	-2,5	110	1,00	305
15.10	7,295	7,190	022	72	29	40	-2,0	110	1,01	310
15.15	7,280	7,185	029	73,5	29,5	40	-3,0	110	0,99	330
15.20	9,999	9,999	027	999,9	99,9	40	-3,0	115	0,94	370
15.25	7,305	7,170	034	76,5	33	40	-4,0	120	0,92	440
15.30	9,999	9,999	034	999,9	99,9	40	-4,0	125	0,89	470
15.35	7,335	7,180	034	79	31,5	40	-4,0	125	0,92	485
15.40	7,325	7,170	031	79,5	30,5	40	-4,0	130	0,86	510
15.45	7,335	7,170	028	80	31	40	-3,5	130	0,82	525
15.50	7,350	7,160	033	81,5	31,5	40	-4,0	140	0,85	550
15.55	7,325	7,155	033	82,5	32	40	-6,0	145	0,82	565
16.00	7,330	7,150	032	85	32	40	-4,5	150	0,82	565
16.05	7,325	7,150	032	85,5	33	40	-5,0	155	0,81	570
16.10	9,999	9,999	031	999,9	99,9	40	-5,0	160	0,83	585
16.15	9,999	9,999	032	999,9	99,9	40	-5,0	160	0,78	595

Hund: 27.9.1974, männlich, Gewicht 15 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE III										
16.20	9,999	9,999	028	999,9	99,9	40	-4,5	165	0,77	595
16.25	9,999	9,999	032	999,9	99,9	40	-5,5	170	0,85	615
16.30	9,999	9,999	033	999,9	99,9	40	-5,5	170	0,74	615
16.35	9,999	9,999	032	999,9	99,9	40	-5,5	170	0,76	610
16.40	9,999	9,999	031	999,9	99,9	40	-5,0	170	0,75	605
16.45	9,999	9,999	035	999,9	99,9	40	-5,0	170	0,80	600
PHASE IV										
16.50	9,999	9,999	033	999,9	99,9	40	-5,0	175	0,71	595
16.55	9,999	9,999	035	999,9	99,9	40	-5,0	170	0,73	570
17.00	7,280	7,095	040	89	38	40	-5,0	170	0,77	580
17.05	7,285	7,105	039	86,5	35,5	40	-5,0	175	0,78	570
17.10	7,275	7,115	042	87	35,5	40	-5,0	180	0,73	550
17.15	7,265	7,115	042	85,5	35,5	40	-4,0	180	0,72	580
17.20	7,270	7,110	040	88	36,5	40	-4,0	180	0,74	570
17.25	7,260	7,100	045	87,5	37	40	-4,0	180	0,77	590
17.30	9,999	9,999	041	999,9	99,9	40	-5,0	180	0,68	570
17.35	9,999	9,999	042	999,9	99,9	40	-5,0	180	0,68	570

Hund: 27.9.1974, männlich, Gewicht 15 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE IV										
17.40	7,250	7,100	042	89	36	40	-5,0	180	0,69	570
17.45	7,245	7,105	035	89	35,5	40	-5,0	180	0,69	580
17.50	7,235	7,105	045	89	35,5	40	-4,0	180	0,64	565
17.55	7,235	7,100	042	89,5	35	40	-5,0	180	0,65	560
18.00	7,230	7,095	032	92	34,5	40	-5,0	180	0,61	555
18.05	7,225	7,095	029	91,5	34,5	40	-4,5	180	0,66	545
18.10	9,999	9,999	035	999,9	99,9	40	-4,0	180	0,66	535
18.15	7,205	7,090	026	91	35	40	-5,0	180	0,63	515
18.20	9,999	9,999	035	999,9	99,9	40	-4,5	180	0,68	500
18.25	9,999	9,999	023	999,9	99,9	40	-4,5	170	0,62	480
18.30	9,999	9,999	021	999,9	99,9	40	-4,5	160	0,74	455
18.35	9,999	9,999	018	999,9	99,9	40	-4,5	165	0,69	450
18.40	7,125	7,060	015	97	35	40	-4,0	160	0,63	410
18.45	7,120	7,040	007	100,5	37	40	-4,0	160	0,61	410
PHASE V										
18.47	7,115	6,985	031	95	39	46	-4,0	160	0,62	370
18.48	7,115	6,970	024	92	38,5	46	-3,0	160	0,76	340

Hund: 27.9.1974, männlich, Gewicht 15 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE V										
18.49	7,120	6,965	033	90	40,5	50	-3,0	160	0,90	310
18.50	7,120	6,965	026	89,5	42,5	48	-2,5	160	1,05	280
18.51	7,125	6,960	017	89,5	44	50	-2,0	160	1,11	250
18.52	7,130	6,960	022	89,5	45	50	-2,5	160	1,16	220
18.53	7,130	6,960	022	89,5	46	56	-2,5	160	1,21	190
18.54	7,135	6,960	017	89,5	47	58	-2,5	160	1,25	160
18.55	7,135	6,960	036	89,5	49,5	62	-2,5	150	1,30	130
18.56	7,135	6,970	046	91	50,5	60	-2,0	160	1,34	100
18.57	7,140	6,980	042	93	52	64	-2,0	160	1,38	70
18.58	7,145	7,010	042	93	51,5	66	-2,5	160	1,42	40
18.59	7,145	7,025	052	93,5	51,5	68	-2,0	160	1,48	10
19.00	7,150	7,030	057	94	50,5	68	-2,0	160	1,52	0

PHASE VI

19.10	7,180	7,095	038	95	42,5	72	-1,5	155	1,56	0
19.20	7,215	7,140	011	92,5	36	70	-3,0	160	1,60	0
19.30	7,235	7,160	006	89	33	70	-3,0	160	1,35	0
19.40	7,240	7,175	006	89	33	70	-3,5	160	1,16	0

Hund: 27.9.1974, männlich, Gewicht 15 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE VI										
19.50	7,250	7,190	006	87,5	32,5	66	-3,0	160	1,02	0
20.00	7,260	7,190	006	87,5	31	64	-3,0	160	1,04	0
20.10	7,260	7,190	004	87	32,5	64	-3,0	160	0,98	0
20.20	7,275	7,205	003	87,5	32	64	-3,0	165	0,89	0
20.30	7,295	7,220	002	87,5	30	66	-3,0	165	0,86	0
20.40	7,285	7,215	002	88	32,5	64	-3,0	160	0,86	0
20.50	7,280	7,210	002	88	31	68	-3,0	160	0,79	0
21.00	7,270	7,195	002	87,5	31,5	60	-3,5	160	0,81	0
21.10	7,270	7,180	001	81,5	32,5	68	-3,0	160	0,76	0
21.20	7,260	7,180	001	81	32	68	-2,0	160	0,72	0
21.30	9,999	9,999	000	999,9	99,9	68	-2,0	165	0,70	0
21.40	7,255	7,180	000	80,5	30,5	62	-2,0	145	0,64	0
21.50	7,220	7,170	000	77	31	64	-3,0	150	0,56	0
22.00	9,999	9,999	000	999,9	99,9	60	-3,5	145	0,57	0
22.10	7,180	7,135	000	77,5	34,5	56	-3,0	150	0,68	0
22.20	9,999	9,999	000	999,9	99,9	56	-3,0	150	0,64	0
22.30	7,200	7,135	000	84	37	60	-4,0	150	0,69	0
22.40	7,195	7,130	000	84	37	60	-2,0	145	0,68	0
22.50	7,170	7,130	000	82	34,5	60	-3,0	30	0,45	0

Hund: 3.10.1974, weiblich, Gewicht 25,7 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE I										
13.20	9,999	9,999	060	999,9	99,9	122	0	145	3,32	0
13.25	9,999	9,999	060	999,9	99,9	122	-2,0	150	3,68	0
13.30	7,430	7,405	060	106	44	128	+1,5	145	3,96	0
13.35	7,440	7,405	060	109	39,5	124	0	145	3,94	0
PHASE II										
13.37	7,435	7,405	058	107	36,5	120	-1,0	145	3,60	50
13.38	7,440	7,405	058	109	34	112	-1,0	155	3,44	100
13.39	7,445	7,400	055	108	33	112	-1,0	160	3,28	150
13.40	7,445	7,400	055	109	31	112	-1,0	150	3,13	200
13.41	7,440	7,395	053	109	28,5	108	-1,0	160	2,85	250
13.42	7,445	7,385	050	110,5	26	100	-2,0	170	2,63	300
13.43	7,445	7,395	045	110	23	92	-2,0	160	2,40	350
13.44	7,440	7,395	036	109	17	88	-2,0	160	2,22	400
13.45	7,440	7,395	027	110,5	17,5	80	-3,0	155	2,06	450
13.46	7,445	7,390	020	112	19	72	-4,0	150	1,85	500
13.47	7,450	7,385	018	112,5	25,5	70	-3,0	160	1,78	550
13.48	7,435	7,385	017	111	25	64	-4,0	160	1,71	600

Hund: 3.10.1974, weiblich, Gewicht 25,7 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE II										
13.49	7,440	7,385	015	109,5	23	56	-4,0	150	1,63	650
13.50	7,440	7,375	015	108	22	56	-4,0	145	1,42	700
13.51	9,999	9,999	015	999,9	99,9	48	-4,0	135	1,21	750
13.52	7,455	7,375	015	111,5	23	40	-4,0	130	1,00	800
PHASE III										
13.55	9,999	9,999	007	999,9	99,9	40	-4,0	130	1,00	800
14.00	9,999	9,999	006	999,9	99,9	40	-4,0	155	0,93	950
14.05	7,400	7,350	005	101,5	21	40	-2,0	160	0,82	1000
14.10	9,999	9,999	005	999,9	99,9	40	-3,0	150	0,70	1060
14.15	7,370	7,260	005	90	23	40	-4,0	190	0,64	1105
14.20	7,340	7,220	004	104	27	40	-4,0	200	0,63	1145
14.25	7,320	7,200	004	96	25	40	-4,0	210	0,59	1160
14.30	7,290	7,175	004	96	23	40	-4,0	210	0,57	1165
14.35	7,285	7,155	004	98,5	24	40	-4,0	210	0,61	1175
14.40	7,245	7,105	004	96,5	24,5	40	-4,0	210	0,64	1180
14.45	7,225	7,090	003	100	24	40	-4,0	210	0,63	1180

Hund: 3.10.1974, weiblich, Gewicht 25,7 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE IV										
14.50	7,210	7,070	003	98,5	23	40	-5,0	210	0,64	1180
14.55	7,185	7,020	002	107	26	40	-3,5	210	0,68	1160
15.00	7,180	6,940	000	98,5	27	40	-3,0	200	0,72	1170
15.05	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	-3,0	200	0,73	1170
15.10	7,165	6,900	000	100	27	40	-3,0	200	0,74	1170
15.15	7,140	6,895	000	107	27	40	-3,0	200	0,77	1160
15.20	7,145	6,895	000	107	30	40	-3,0	200	0,78	1150
15.25	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	-3,0	180	0,80	1155
15.30	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	-3,0	200	0,80	1155
15.35	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	-3,0	185	0,79	1140
15.40	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	-4,0	200	0,81	1150
15.45	7,100	6,865	000	105,5	26	40	-3,0	190	0,79	1150
15.50	7,090	6,865	000	106	24,5	40	-2,0	190	0,81	1125
15.55	7,085	6,860	002	104,5	22	40	-2,0	185	0,85	1100
16.00	7,075	6,870	004	102	21,5	40	-1,5	180	0,81	1100
16.05	7,060	6,870	004	103	17	40	-1,0	180	0,84	1095
16.10	7,060	6,880	004	102	21,5	40	-2,0	180	0,91	1075
16.15	7,055	6,880	004	101	23	40	-1,5	180	0,93	1070

Hund: 3.10.1974, weiblich, Gewicht 25,7 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE IV										
16.20	7,065	6,880	005	100	25	40	-1,5	180	0,88	1075
16.25	7,080	6,900	007	100	24	40	-1,5	185	0,92	1060
16.30	7,085	6,910	006	95,5	25	40	-1,5	180	0,96	1050
16.35	7,080	6,900	005	95	21	40	-1,5	180	0,95	1030
16.40	7,070	6,920	005	102	23,5	40	-2,0	180	0,90	1015
16.45	7,070	6,925	002	101	23	40	-2,0	180	0,89	990
16.50	7,070	6,935	002	101	25	40	-2,0	170	0,89	975
16.55	7,055	6,930	010	98	24,5	40	-1,0	175	0,98	950
17.00	7,045	6,940	009	100	25	40	-1,0	175	1,00	940
17.05	7,040	6,950	005	101	26	40	-0,5	175	0,98	935
17.10	7,010	6,950	010	102,5	24	40	-1,0	170	0,96	930
17.15	7,030	6,965	005	100	27	40	-1,0	175	0,98	895
17.20	7,055	6,970	005	98	27,5	40	-1,0	175	1,02	870
17.25	7,060	6,990	009	99	28,5	40	-2,0	175	1,02	860
17.30	7,070	7,005	009	96	28	40	-1,0	170	1,12	850
17.35	7,080	7,010	010	103	29	40	-1,0	170	1,13	835
17.40	7,090	7,025	015	100,5	30	40	-1,0	170	1,08	825
17.45	7,110	7,040	010	103	28,5	40	-1,0	170	1,04	820

Hund: 3.10.1974, weiblich, Gewicht 25,7 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE IV										
17.50	7,115	7,040	008	103	27	40	-1,5	170	1,01	820
17.55	7,120	7,050	008	103	28	40	-1,5	170	0,99	810
18.00	7,130	7,060	010	99	26	40	-1,0	170	1,02	815
18.05	7,125	7,060	012	99	26	40	-1,5	170	0,95	800
18.10	7,110	7,045	010	96	26	40	0	170	1,03	795
18.15	9,999	9,999	010	999,9	99,9	40	0	170	1,03	795
PHASE V										
18.17	7,095	7,025	009	96	27,5	52	+1,0	155	1,35	750
18.18	7,100	7,010	008	92	28,5	56	+1,0	150	1,63	700
18.19	7,100	7,000	009	93,5	30,5	60	+1,0	150	1,91	650
18.20	7,090	6,995	010	89	33	68	+2,0	145	2,20	600
18.21	7,090	6,995	011	90	34,5	56	+2,0	145	2,28	550
18.22	7,095	6,995	011	89	37,5	56	+2,0	145	2,36	500
18.23	7,090	7,000	011	89	40	80	+4,0	145	2,43	450
18.24	7,095	7,015	013	90	42	86	+2,5	150	2,62	400
18.25	7,095	7,015	020	91	43	92	+3,0	140	2,81	350
18.26	7,095	7,015	027	92,5	44	96	+3,0	140	3,01	300

Hund: 3.10.1974, weiblich, Gewicht 25,7 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE V										
18.27	7,090	7,025	037	92,5	47	98	+3,5	140	3,10	250
18.28	7,095	7,035	040	95	51,5	100	+3,0	140	3,19	200
18.29	7,095	7,045	043	96	54,5	100	+3,0	140	3,27	150
18.30	7,090	7,050	043	99	57	100	+3,0	140	3,47	100
18.31	9,999	9,999	043	999,9	99,9	102	+4,0	140	3,67	50
18.32	7,095	7,070	043	98	60,5	104	+4,0	140	3,86	0
PHASE VI										
18.40	7,115	7,100	060	99	62,5	84	+4,0	140	4,39	0
18.50	7,155	7,140	055	97	57	88	+3,0	140	3,57	0
19.00	7,180	7,170	042	96	50,5	92	+2,0	140	2,96	0
19.10	7,200	7,200	042	98	51	98	+2,5	145	2,99	0
19.20	7,220	7,210	035	97,5	46	98	+2,5	145	2,50	0
19.30	7,255	7,230	035	94,5	43	98	+2,0	150	2,29	0
19.40	7,260	7,250	034	95	41,5	98	+2,0	155	2,26	0
19.50	7,275	7,270	036	94	43	96	+4,0	155	2,11	0
20.00	7,285	7,285	040	94	37,5	96	+1,0	160	1,87	0
20.10	7,230	7,280	035	92	41	92	+1,0	160	1,98	0

Hund: 3.10.1974, weiblich, Gewicht 25,7 kg, Barometerstand 715 mm Hg

t	pH [art]	pH [ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE VI										
20.20	7,240	7,285	032	95	35,5	92	+1,0	160	1,72	0
20.30	7,245	7,275	027	88	32	92	0	160	1,82	0
20.40	9,999	9,999	030	999,9	99,9	90	+1,0	165	1,80	0
20.50	7,315	7,265	025	87,5	36	86	+0,5	170	1,54	0
21.00	7,345	7,295	015	74	31	84	+0,5	170	1,44	0
21.10	7,340	7,280	015	74,5	34	80	+0,5	170	1,47	0
21.20	7,330	7,270	005	72,5	31,5	72	-2,0	170	1,22	0
21.30	7,350	7,280	009	82	33	72	-1,0	170	1,31	0
21.40	7,355	7,285	004	77	31,5	68	-1,0	170	1,33	0
21.50	7,360	7,290	003	77	30	62	-2,0	170	1,18	0
22.00	7,365	7,295	005	72,5	30	62	-1,0	175	1,22	0
22.10	7,350	7,285	005	74,5	30	58	-1,0	175	1,10	0
22.20	7,340	7,280	010	74	28	54	-1,0	175	1,11	0
22.30	7,360	7,310	005	68	26,5	52	-1,0	170	0,67	0

Hund: 4.10.1974, weiblich, Gewicht 13,2 kg, Barometerstand 716 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE I										
11.35	7,400	7,385	065	102	32,5	160	+1,0	110	1,49	0
11.40	7,390	7,385	065	107	36	156	+1,5	115	1,67	0
11.45	7,400	7,380	060	104	35	158	+1,5	112	1,57	0
11.50	9,999	9,999	060	999,9	99,9	152	+1,0	105	1,53	0
PHASE II										
11.51	7,400	7,390	054	103	34,5	146	+0,5	115	1,53	25
11.52	7,395	7,390	050	105	31	140	+1,0	130	1,53	50
11.53	7,395	7,385	048	107	30,5	138	+0,5	130	1,54	75
11.54	7,400	7,385	045	107	27,5	124	+2,0	130	1,43	100
11.55	7,410	7,385	035	108	27,5	112	+3,0	128	1,32	125
11.56	7,405	7,385	028	109	24,5	102	+2,5	118	1,22	150
11.57	7,405	7,385	018	106,5	34	82	+2,0	120	1,09	175
11.58	7,410	7,380	013	106,5	22	62	+2,0	120	0,96	200
11.59	7,410	7,375	012	106,5	20	56	+3,0	108	0,84	225
12.00	7,400	7,375	010	105,5	20	40	+3,0	110	0,73	250

Hund: 4.10.1974, weiblich, Gewicht 13,2 kg, Barometerstand 716 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE III										
12.05	7,360	7,355	009	96	17	40	+2,5	105	0,63	260
12.10	7,340	7,340	008	95,5	16	40	+3,0	105	0,70	275
12.15	9,999	9,999	008	999,9	99,9	40	+3,5	110	0,67	320
12.20	9,999	9,999	008	999,9	99,9	40	+4,0	110	0,64	355
12.25	9,999	9,999	009	999,9	99,9	40	+3,5	125	0,63	405
12.30	7,390	7,300	009	94	16,5	40	+4,0	120	0,53	445
12.35	7,355	7,260	010	98,5	17,5	40	+4,0	125	0,50	450
12.40	9,999	9,999	009	999,9	99,9	40	+3,5	130	0,53	480
12.45	7,370	7,220	009	97,5	18	40	+4,0	135	0,49	490
12.50	7,360	7,195	010	94	18,5	40	+4,0	125	0,47	510
12.55	7,325	7,175	011	93,5	19,5	40	+3,0	130	0,54	510
13.00	7,310	7,130	013	92,5	23	40	+3,0	140	0,61	540
13.05	9,999	9,999	015	999,9	99,9	40	+3,0	150	0,54	560
13.10	7,305	7,120	020	96	23	40	+4,0	145	0,54	560
13.15	9,999	9,999	020	999,9	99,9	40	+4,0	160	0,57	600
13.20	7,320	7,110	025	85	21	40	+4,0	155	0,49	605
13.25	9,999	9,999	018	999,9	99,9	40	+3,0	155	0,51	620
13.30	9,999	9,999	013	999,9	99,9	40	+4,0	160	0,52	630

Hund: 4.10.1974, weiblich, Gewicht 13,2 kg, Barometerstand 716 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE III										
13.35	7,300	7,100	017	87	21,5	40	+3,5	160	0,58	650
13.40	9,999	9,999	007	999,9	99,9	40	+3,5	165	0,56	680
13.45	9,999	9,999	015	999,9	99,9	40	+2,5	170	0,58	700
13.50	7,255	6,970	012	96	23	40	+2,5	170	0,58	700
13.55	9,999	9,999	010	999,9	99,9	40	+3,0	165	0,54	710
14.00	9,999	9,999	007	999,9	99,9	40	+3,0	165	0,55	710
14.05	7,205	6,910	008	99	23	40	+3,0	160	0,62	710
14.10	7,145	6,880	006	103	24	40	+3,0	165	0,59	720
14.15	7,120	6,845	005	105	25	40	+3,0	160	0,66	735
14.20	7,110	6,795	005	106	28	40	+4,0	165	0,67	740
14.25	7,105	6,800	005	108	27,5	40	+3,0	165	0,64	745
14.30	7,095	6,785	005	109	25	40	+3,0	165	0,63	750
PHASE IV										
14.35	7,085	6,780	003	108	25	40	+3,5	170	0,65	740
14.40	9,999	9,999	002	999,9	99,9	40	+3,0	170	0,66	730
14.45	7,075	6,760	002	112,5	24	40	+3,0	175	0,61	730
14.50	7,070	6,770	002	113	24,5	40	+3,0	175	0,61	730

Hund: 4.10.1974, weiblich, Gewicht 13,2 kg, Barometerstand 716 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE IV										
14.55	9,999	9,999	002	999,9	99,9	40	+3,0	180	0,59	705
15.00	9,999	9,999	002	999,9	99,9	40	+3,5	170	0,58	700
15.05	9,999	9,999	002	999,9	99,9	40	+3,5	180	0,56	665
15.10	7,005	6,845	002	117	29	40	+4,5	170	0,60	680
15.15	7,025	6,845	002	121,5	28,5	40	+4,0	170	0,57	670
15.20	7,030	6,855	002	120	27,5	40	+3,5	170	0,55	660
15.25	7,015	6,870	002	122	28	40	+3,5	165	0,54	650
15.30	7,020	6,880	000	122,5	29	40	+3,5	160	0,53	630
15.35	7,010	6,880	000	123	29	40	+3,0	155	0,53	620
15.40	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	+4,5	150	0,55	610
15.45	9,999	9,999	003	999,9	99,9	40	+4,0	150	0,58	590
15.50	7,020	6,865	005	118,5	31	40	+4,5	150	0,59	585
15.55	7,050	6,885	005	112	30,5	40	+4,5	150	0,56	580
16.00	7,045	6,880	005	119	29,5	40	+4,5	150	0,63	570
16.05	7,040	6,865	005	120	30	40	+4,5	145	0,57	570
16.10	7,055	6,860	004	118,5	29,5	40	+5,0	140	0,54	560
16.15	7,075	6,925	004	118,5	30	40	+5,0	150	0,33	555
16.20	7,080	6,930	004	119	30	40	+5,0	145	0,55	550

Hund: 4.10.1974, weiblich, Gewicht 13,2 kg, Barometerstand 716 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE IV										
16.25	7,075	6,930	004	121	30,5	40	+5,0	140	0,53	550
16.30	7,080	6,950	004	120	30	40	+5,0	140	0,53	545
16.35	9,999	9,999	004	999,9	99,9	40	+5,0	130	0,53	530
16.40	7,085	6,955	003	118	32	40	+5,0	125	0,52	510
16.45	7,095	6,940	003	120	32	40	+5,0	125	0,52	510
16.50	7,100	6,955	000	119	30	40	+5,0	125	0,52	510
16.55	7,095	6,950	000	120,5	29	40	+5,0	135	0,48	520
17.00	7,060	6,940	000	118,5	29	40	+5,0	130	0,44	500
PHASE V										
17.05	7,050	6,950	000	111	29	36	0	125	0,65	475
17.06	7,030	6,970	000	105	29,5	40	0	130	0,78	450
17.07	7,020	6,850	000	98,5	34	52	0	135	0,91	425
17.08	7,010	6,825	000	97	44	60	0	120	1,03	400
17.09	7,000	6,850	004	99,5	53,5	60	0	120	1,03	375
17.10	7,000	6,870	017	103	57	60	0	120	1,03	350
17.11	6,995	6,900	025	104	60,5	64	0	115	1,04	325
17.12	9,999	9,999	035	999,9	99,9	68	0	115	1,09	300

Hund: 4.10.1974, weiblich, Gewicht 13,2 kg, Barometerstand 716 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE V										
17.13	7,025	6,925	042	108,5	63	68	0	115	1,14	275
17.14	7,030	6,930	050	108,5	62	68	0	120	1,19	250
17.15	7,035	6,940	058	109,5	62	72	0	120	1,13	225
17.16	7,045	6,945	064	111,5	63	68	0	120	1,07	200
17.17	7,050	6,950	068	111	62,5	70	0	123	1,00	175
17.18	7,050	6,955	073	110,5	61,5	66	0	120	1,06	150
17.19	7,060	6,960	076	111	60,5	68	0	123	1,12	125
17.20	7,065	6,965	080	110	60,5	74	0	112	1,12	100
17.21	7,060	6,960	082	111	60,5	74	0	122	1,21	75
17.22	7,065	6,970	084	112	60,5	76	0	123	1,25	50
17.23	7,065	6,990	084	113	61,5	74	0	125	1,29	25
17.24	7,070	6,990	084	113	63	76	0	125	1,33	0
PHASE VI										
17.30	7,100	7,035	075	111,5	61	72	0	125	1,02	0
17.40	7,125	7,050	065	103	45,5	60	+7,0	70	0,73	0
17.50	7,145	7,075	055	101	43	56	+11,5	70	0,66	0
18.00	7,170	7,110	043	104,5	38	52	+12,0	68	0,60	0

Hund: 4.10.1974, weiblich, Gewicht 13,2 kg, Barometerstand 716 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE VI										
18.10	7,195	7,145	020	101	32,5	42	+12,5	62	0,47	0
18.20	9,999	9,999	007	999,9	99,9	21	+13,5	40	0,34	0

Hund: 8.10.1974, männlich, Gewicht 17,5 kg, Barometerstand 709 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE I										
16.45	7,405	7,400	070	71	48	136	+0,5	170	2,85	0
16.50	7,415	7,405	070	73	47	136	0	170	2,63	0
16.55	9,999	9,999	070	999,9	99,9	140	+0,1	170	2,59	0
17.00	7,410	7,400	070	68	42	136	+0,5	180	2,50	0
PHASE II										
17.03	7,385	7,385	070	69	40	136	+0,5	175	2,41	40
17.04	7,390	7,390	070	69	38	134	+0,5	180	2,33	80
17.05	7,395	7,395	070	66,5	36	132	-0,5	180	2,24	120
17.06	7,410	7,410	062	67	34	130	-1,0	180	1,08	160
17.07	7,405	7,390	040	65	29	124	-1,5	180	0,92	200
17.08	7,400	7,380	030	62	26	120	-2,0	170	1,75	240
17.09	7,400	7,375	027	64	23	108	-2,0	165	1,62	280
17.10	9,999	9,999	022	999,9	99,9	96	-1,5	160	1,48	320
17.11	7,405	7,375	018	63	24,5	92	-2,0	150	1,35	360
17.12	7,400	7,365	015	64	20	80	-2,5	155	1,26	400
17.13	7,405	7,350	010	63	18	72	-3,0	155	1,17	440
17.14	7,405	7,345	010	65	18,5	64	-3,0	150	1,09	480

Hund: 8.10.1974, männlich, Gewicht 17,5 kg, Barometerstand 709 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE II										
17.15	7,395	7,350	009	66	16,5	54	-3,5	150	0,98	520
17.16	7,395	7,340	008	66	16	50	-3,5	150	0,87	560
17.17	7,390	7,325	008	67	17	44	-4,0	145	0,77	600
17.18	7,380	7,300	008	70	17	38	-4,0	155	0,71	640
PHASE III										
17.20	9,999	9,999	008	999,9	99,9	40	-4,0	170	0,66	680
17.25	7,295	7,190	008	72	17	40	-4,0	170	0,67	690
17.30	7,265	7,175	008	76	16	40	-4,0	180	0,75	690
17.35	9,999	9,999	010	999,9	99,9	40	-5,0	190	0,70	720
17.40	9,999	9,999	010	999,9	99,9	40	-4,0	200	0,72	760
17.45	9,999	9,999	015	999,9	99,9	40	-4,0	200	0,62	760
17.50	9,999	9,999	015	999,9	99,9	40	-3,5	200	0,61	775
17.55	7,180	6,955	015	97	20	40	-3,0	200	0,63	770
18.00	7,160	6,905	020	89,5	21	40	-3,0	205	0,61	775
PHASE IV										
18.05	7,155	6,880	035	84	19	40	-3,0	200	0,65	755
18.10	7,130	6,855	032	82,5	26	40	-3,5	200	0,62	740

Hund: 8.10.1974, männlich, Gewicht 17,5 kg, Barometerstand 709 mm Hg

t	pH _[art]	pH _[ven]	toPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE IV										
18.15	7,095	6,830	025	79	23	40	-3,5	190	0,69	715
18.20	7,080	6,800	030	71	21,5	40	-3,5	190	0,61	705
18.25	7,035	6,770	030	67,5	21,5	40	-3,0	190	0,58	635
18.30	7,000	6,765	031	67	21	40	-2,5	200	0,67	620
18.35	6,995	6,755	032	65	20,5	40	-2,0	200	0,67	625
18.40	6,975	6,730	033	76	20,5	40	-2,0	205	0,68	620
18.45	6,985	6,750	032	67,5	20	40	-2,5	200	0,66	610
18.50	6,965	6,745	030	76	20	40	-2,0	200	0,68	585
18.55	6,955	6,735	028	89	20	40	-2,0	190	0,70	575
19.00	6,945	6,745	028	73	19	40	-2,0	190	0,67	565
19.05	6,945	6,740	025	67	19	40	-1,5	180	0,72	540
19.10	6,930	6,740	030	71	20	40	-1,5	180	0,83	510
PHASE V										
19.15	6,990	6,750	047	73	22	40	-2,0	180	0,96	470
19.16	6,960	6,780	068	68	23	58	-2,0	180	1,09	430
19.17	6,930	6,770	068	69	30	62	-2,5	180	1,22	390
19.18	6,930	6,775	055	70	36,5	76	-1,5	180	1,39	350
19.19	6,930	6,790	067	70	48	84	-1,0	180	1,57	310

Hund: 8.10.1974, männlich, Gewicht 17,5 kg, Barometerstand 709 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE V										
19.20	9,999	9,999	070	999,9	99,9	100	-1,0	170	1,72	270
19.21	6,925	6,800	084	74	58	120	-1,0	180	1,88	230
19.22	6,940	6,810	086	76	68	120	-1,0	180	2,05	190
19.23	9,999	9,999	090	999,9	99,9	128	-1,0	170	2,21	150
19.24	6,940	6,850	090	76	75	134	-0,5	170	2,42	110
19.25	6,945	6,890	098	75	83	156	0	170	2,63	70
19.26	9,999	9,999	098	999,9	99,9	158	0	170	2,84	30
19.27	6,960	6,900	098	74	79	168	0	170	2,82	0
PHASE VI										
19.30	6,970	6,925	999	75	76	142	0	170	2,80	0
19.40	9,999	9,999	999	999,9	99,9	134	+1,0	165	2,56	0
19.50	7,095	7,060	999	88	54	120	+0,5	160	2,16	0
20.00	7,150	7,115	999	62	48	104	0	160	1,95	0
20.10	7,180	7,150	999	59	45	92	-1,0	155	1,79	0
20.20	7,225	7,185	999	54	42	82	-1,0	150	1,62	0
20.30	7,250	7,215	999	52	34	70	-1,0	155	1,46	0
20.40	7,270	7,240	999	50	32	60	+1,0	125	1,33	0

Hund: 8.10.1974, männlich, Gewicht 17,5 kg, Barometerstand 709 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE VI										
20.50	7,290	7,265	999	50	26	44	+2,0	67	0,98	0
21.00	7,270	7,260	999	74	25,5	22	+6,0	65	0	0

Hund: 28.10.1974, männlich, Gewicht 13,1 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE I										
13.00	7,335	7,275	050	62,5	24	92	-2,0	125	1,85	0
13.05	7,345	7,285	054	61,5	25	100	-2,0	125	1,88	0
13.10	7,335	7,295	062	62,5	28,5	100	-1,5	120	1,79	0
13.15	7,335	7,295	065	64,5	30	100	-2,0	123	1,82	0
PHASE II										
13.19	7,345	7,295	070	65,5	30,5	90	-2,0	125	1,72	30
13.20	7,345	7,300	070	64,5	30	90	-3,0	120	1,61	60
13.21	7,345	7,295	070	64,5	29,5	84	-4,0	120	1,54	90
13.22	7,340	7,300	070	64,5	28	84	-3,0	115	1,46	120
13.23	7,345	7,295	070	63,5	23	76	-3,0	115	1,38	150
13.24	7,330	7,295	068	62,5	21,5	72	-3,0	115	1,28	180
13.25	7,325	7,295	065	63,0	24	64	-3,0	120	1,18	210
13.26	7,320	7,290	060	64,0	21,5	58	-3,5	120	1,09	240
13.27	7,310	7,285	060	64,5	23,5	54	-5,0	130	1,02	270
13.28	7,310	7,280	058	64,5	23	44	-5,0	125	0,95	300
13.29	7,305	7,265	055	64,5	23	44	-4,5	130	0,87	330
13.30	7,270	7,255	050	67	27,5	40	-4,5	122	0,89	360

Hund: 28.10.1974, männlich, Gewicht 13,1 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	toPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE III										
13.35	7,185	7,150	034	70	30,5	40	-4,5	110	0,90	395
13.40	7,165	7,130	027	71	29	40	-4,0	120	0,92	420
13.45	7,155	7,110	022	72,5	27	40	-4,0	110	0,95	460
13.50	7,105	7,045	020	76	29	40	-4,0	112	0,90	520
13.55	7,085	6,995	022	79	28,5	40	-4,5	115	0,93	550
14.00	7,045	6,965	021	80,5	29	40	-5,0	120	0,96	583
14.05	7,015	6,935	016	82,5	32	40	-5,0	125	0,86	625
14.10	6,995	6,905	013	84,5	33	40	-5,0	125	0,89	640
14.15	6,970	6,865	010	85,5	35	40	-5,5	130	0,76	665
PHASE IV										
14.20	6,965	6,850	008	86,0	36,5	40	-5,5	130	0,67	665
14.25	6,935	6,815	008	86,5	36	40	-5,5	135	0,69	665
14.30	6,905	6,790	006	84,5	36	40	-3,5	132	0,69	655
14.35	6,860	6,760	006	83,0	35	40	-3,5	135	0,57	640
14.40	6,860	6,745	004	85,5	36	40	-3,5	135	0,61	635
14.45	6,830	6,720	004	87,0	35	40	-4,0	130	0,57	620
14.50	6,830	6,710	004	88	38	40	-4,0	130	0,53	615

Hund: 28.10.1974, männlich, Gewicht 13,1 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE IV										
14.55	6,820	6,695	003	91	40	40	-4,0	130	0,58	580
15.00	6,790	6,670	002	91,5	40,5	40	-4,0	130	0,60	560
15.05	6,790	6,665	002	93,5	41	40	-4,0	130	0,61	550
15.10	6,785	6,665	002	95,0	41	40	-5,0	125	0,48	540
15.15	6,750	6,655	002	96,0	40	40	-5,0	120	0,49	520
15.20	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	-5,0	125	0,52	490
15.25	9,999	9,999	000	999,9	99,9	40	-5,0	122	0,58	440
PHASE V										
15.28	6,740	6,595	000	92,5	33	58	-4,0	120	0,69	400
15.29	6,700	6,590	003	88,5	33	60	-2,0	120	0,79	370
15.30	6,715	6,580	006	87,5	33	62	-2,0	120	0,89	340
15.31	6,720	6,570	015	86,0	34,5	68	-2,0	120	0,98	310
15.32	6,720	6,560	024	88	36,5	76	-2,0	120	1,04	280
15.33	6,715	6,550	035	90	36,5	84	-2,0	120	1,09	250
15.34	6,720	6,550	044	91,5	40	110	-2,5	120	1,15	220
15.35	6,705	6,555	052	95,5	42	110	-2,5	125	1,24	190
15.36	6,710	6,565	060	98	44	112	-2,5	120	1,34	160

Hund: 28.10.1974, männlich, Gewicht 13,1 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P art-m	P ven-m	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE V										
15.37	6,720	6,565	065	99	48	116	-2,5	120	1,43	130
15.38	6,720	6,580	070	101	52	116	-2,0	120	1,37	100
15.39	6,725	6,590	074	103	55	124	-2,0	120	1,31	70
15.40	6,730	6,600	077	105	58	108	-2,0	120	1,24	40
15.41	6,730	6,610	077	107	60,5	106	-2,0	115	1,25	10
15.42	6,735	6,630	077	106	60,5	112	-3,0	120	1,26	0
PHASE VI										
15.50	6,770	6,655	084	107,5	56,5	94	-3,0	115	1,27	0
16.00	6,800	6,670	090	109,5	42	72	-3,5	110	0,93	0
16.10	6,805	6,685	110	110,5	40	68	-3,5	112	0,79	0
16.20	6,835	6,705	110	112,5	39,5	64	-3,0	110	0,77	0
16.30	6,855	6,745	100	111	42	58	-4,0	110	0,68	0
16.40	6,850	6,765	065	104	33,5	48	-3,0	110	0,70	0
16.50	6,805	6,770	020	97	34	40	-3,0	110	0,62	0
17.00	6,825	6,775	040	91,5	42	40	-2,0	110	0,59	0
17.10	6,775	6,780	011	91,5	45	36	-2,5	110	0,53	0
17.20	6,755	6,785	010	91,5	46	34	-2,5	105	0,50	0
17.30	6,800	6,785	010	89	39	30	-1,5	110	0,45	0

Hund: 28.10.1974, männlich, Gewicht 13,1 kg, Barometerstand 708 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P art-m	P ven-m	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE VI										
17.40	6,810	6,770	010	90	40	30	-2,0	105	0,42	0
17.50	6,725	6,765	010	84	40	30	-2,0	107	0,44	0
18.00	6,740	6,750	010	83,5	42	28	-2,0	105	0,44	0
18.10	6,710	6,735	010	76,5	35	28	-2,0	103	0,36	0
18.20	6,715	7,705	010	72,5	37,5	28	0	100	0,36	0
18.30	6,655	6,695	010	70	39	26	0	105	0,33	0

Hund: 7.11.1974, männlich, Gewicht 9,3 kg, Barometerstand 724 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE I										
15.30	7,390	7,370	095	93	33	140	-0,5	150	1,02	0
15.35	7,390	7,370	095	96	31	140	-1,5	160	0,90	0
15.40	7,395	7,370	105	103	27	140	-1,5	160	0,95	0
15.45	7,390	7,370	110	104	24	136	-1,5	180	0,87	0
PHASE II										
15.49	7,385	7,385	118	104,5	24	110	0	170	0,68	20
15.50	7,385	7,385	115	107	26,5	92	-1,5	160	0,60	40
15.51	7,375	7,385	115	107	24	68	-1,5	140	0,52	60
15.52	7,380	7,385	115	110	24	48	-1,5	125	0,43	80
15.53	7,370	7,380	999	110,5	28	40	-1,0	120	0,42	100
PHASE III										
15.55	7,320	7,325	100	102	29,5	40	-0,5	120	0,42	120
16.00	7,340	7,310	060	100	25,5	40	0	110	0,39	125
16.05	7,320	7,310	020	98	18	40	0	115	0,53	130
16.10	7,310	7,300	040	98	19	40	0	120	0,46	160
16.15	7,310	7,285	040	99	19	40	-1,0	115	0,48	180

Hund: 7.11.1974, männlich, Gewicht 9,3 kg, Barometerstand 724 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE III										
16.20	7,300	7,260	035	100	19,5	40	-1,0	130	0,42	190
16.25	9,999	9,999	035	999,9	99,9	40	-1,0	130	0,35	200
16.30	7,270	7,240	033	104	27	40	-1,0	145	0,36	205
16.35	7,240	7,210	032	100	27	40	-1,0	140	0,32	200
16.40	7,235	7,200	025	104	26,5	40	-1,0	160	0,34	200
16.45	7,230	7,185	018	105	26	40	-1,5	160	0,31	210
16.50	7,220	7,160	020	108	29	40	-1,0	170	0,30	220
16.55	7,205	7,130	030	109	24,5	40	-1,5	170	0,28	230
17.00	7,205	7,120	035	110	27	40	-1,5	175	0,29	240
17.05	7,205	7,105	030	106,5	28	40	-2,0	190	0,26	260
17.10	7,195	7,100	045	114	28	40	-3,0	190	0,27	270
17.15	7,180	7,080	045	115	34	40	-2,0	190	0,25	280
17.20	7,180	7,065	045	117	35	40	-2,0	200	0,26	285
17.25	7,160	7,045	040	116	35	40	-2,0	200	0,25	295
17.30	7,120	6,990	030	114	34	40	-1,5	200	0,24	300
17.35	7,110	6,985	010	115	40	40	-1,5	200	0,25	300
17.40	7,080	7,040	010	113	50	40	-1,5	180	0,22	300

Hund: 7.11.1974, männlich, Gewicht 9,3 kg, Barometerstand 724 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE IV										
17.45	7,050	6,980	010	112	57,5	40	-1,0	175	0,21	300
17.50	7,020	6,930	010	113	61	40	-2,0	160	0,17	295
17.55	7,020	6,900	010	114	58	40	-2,0	150	0,17	290
18.00	6,970	6,860	010	112	51,5	40	-1,0	150	0,18	290
18.05	6,970	6,860	010	115	57,5	40	-2,0	135	0,17	290
18.10	6,910	6,800	010	115	46,5	40	-2,0	130	0,19	275
18.15	6,900	6,820	010	117	58	40	-2,0	145	0,22	250
18.20	6,890	6,795	010	112	64	40	-2,0	150	0,18	235
18.25	6,880	6,780	010	120	68	40	-2,0	150	0,17	215
PHASE V										
18.27	6,900	6,770	010	123	62	42	0	135	0,18	180
18.28	6,955	6,760	010	118	59	50	0	135	0,28	160
18.29	6,955	6,730	010	119	55	52	0	140	0,38	140
18.30	6,970	6,725	010	113	46	50	+1,0	135	0,48	120
18.31	6,940	6,715	010	121	42	64	+1,0	130	0,52	100
18.32	6,970	6,710	010	123	41	68	0	130	0,56	80
18.33	6,970	6,705	010	123	42,5	76	+1,0	130	0,61	60

Hund: 7.11.1974, männlich, Gewicht 9,3 kg, Barometerstand 724 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPo ₂	Po ₂ [art]	Po ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecv (ml)
PHASE V										
18.34	6,955	6,700	010	124	42	80	0	130	0,76	40
18.35	6,940	6,695	010	123	43,5	84	+1,0	130	0,91	20
18.36	6,940	6,680	015	123	42,5	92	0	130	1,06	0
PHASE VI										
18.40	6,880	6,695	035	127	99,9	76	+1,0	130	0,62	0
18.50	6,900	6,720	040	131	99,9	60	0	120	0,34	0
19.00	6,900	6,740	020	137	48	56	0	120	0,32	0
19.10	6,810	6,710	010	101	46	76	0	120	0,68	0
19.20	6,830	6,710	030	111	40	70	+2,0	110	0,65	0
19.30	6,870	6,785	037	108	36	56	+1,0	110	0,49	0
19.40	6,870	6,780	029	113	48	48	+0,5	105	0,50	0
19.50	6,870	6,800	015	112	54	46	0	100	0,60	0
20.00	6,880	6,800	012	114	53	44	0	105	0,31	0
20.10	6,880	6,805	012	117	50	40	-1,0	105	0,40	0
20.20	6,870	6,785	012	117	52	38	0	105	0,28	0
20.30	6,860	6,790	012	116	52	36	0	105	0,27	0
20.40	6,870	6,820	012	116	49	28	-1,0	105	0,21	0

Hund: 7.11.1974, männlich, Gewicht 9,3 kg, Barometerstand 724 mm Hg

t	pH[art]	pH[ven]	tcPO ₂	PO ₂ [art]	PO ₂ [ven]	P _{art-m}	P _{ven-m}	HF	HMV (e)	ecV (ml)
PHASE VI										
20.50	6,830	6,790	012	113	53	22	+0,5	100	0,23	0
21.00	6,810	6,780	012	109	54	18	+1,0	105	0,19	0
21.10	6,780	6,760	010	102	51	14	+1,0	85	0,16	0
21.20	6,730	6,690	010	88	43	14	+2,0	86	0,17	0
21.30	6,705	6,660	010	77	28	20	+1,5	95	0,21	0
21.40	9,999	9,999	008	999,9	99,9	22	+1,0	95	0,21	0

VII.3. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abb. 1	Schema der Versuchsanordnung	8
Abb. 2	Originalkurve des $tcPo_2$, des arteriellen und venösen Po_2 in der Vorphase und während der Entblutung	23
Abb. 3	Originalkurve des $tcPo_2$, des arteriellen und venösen Po_2 in der Hypovolämie und während der Rückblutung	25
Abb. 4	Originalkurve des $tcPo_2$, des arteriellen und venösen Po_2 im normovolämischen Schock	25
Abb. 5	Extracorporales Blutvolumen in ml/kg Körpergewicht im standardisierten hypovolämischen Schock	26
Abb. 6	Arterieller Po_2 (Pao_2) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen	27
Abb. 7	Zentralvenöser Po_2 (Pvo_2) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen	28
Abb. 8	Transkutaner Po_2 ($tcPo_2$) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen	29
Abb. 9	Arterieller Mitteldruck in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen	30
Abb. 10	Herzminutenvolumen (HMV) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen	31
Abb. 11	Totaler peripherer Widerstand (TPR) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen	32
Abb. 12	Herzfrequenz (HF) in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen	33
Abb. 13	Arterieller pH-Wert in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen	34
Abb. 14	Venöser pH-Wert in den hypovolämischen und normovolämischen Schockphasen	35
Abb. 15	Synopse der Medianwerte aller gemessenen Parameter	37

Abb. 16	Schema der $tcPo_2$ -Messung unter physiologischen Bedingungen	40
Abb. 17	$tcPo_2$ - Pao_2 -Korrelation in der normovolämischen Vorphase	43
Abb. 18	$tcPo_2$ - Pao_2 -Korrelation im hypovolämischen Schock	44
Abb. 19	$tcPo_2$ - Pao_2 -Korrelation im normovolämischen Schock der Phase 6	47
Tab. 1	Versuchs- und Phasenlänge der einzelnen Versuchstiere	7

Mein Dank gilt

Herrn Privatdozent Dr. G. Hollmann für die Überlassung des Themas und die mir gewährte Selbständigkeit bei der experimentellen Arbeit und bei der Ausarbeitung,

Herrn Professor Dr. W. Ch. Hecker für die Möglichkeit der Promotion an seiner Klinik,

Herrn Professor Dr. van Eimeren vom Institut für Statistik und Biomathematik, Klinikum Großhadern, für umfangreiche Anleitung und Hilfe bei der Auswertung an der Rechenanlage des Klinikums Großhadern,

Herrn Privatdozenten Dr. H. Versmold für die großzügige Hilfe und für die Korrektur dieser Arbeit,

Der medizinisch-technischen Assistentin Jutta Kronauer und dem medizinisch-technischen Assistenten Erich Nilsson für ihre Hilfe bei der experimentellen Arbeit,

Den Kondoktoranden Gerhard Hummel, Frank Stegemann und Jochen Limmer für den kollegialen und freundschaftlichen Arbeitsgeist.

LEBENS LAUF

Am 20.5.1948 wurde ich als ältester Sohn des Landwirts Georg Parzinger und seiner Frau Maria Parzinger, geb. Gänzberger, in Feichten/Alz, Landkreis Altötting geboren. Nach dem Besuch von 7 Klassen Volksschule in Feichten/Alz trat ich im Herbst 1961 in das Humanistische Gymnasium der Redemptoristen in Gars/Inn ein. Nach Schulwechsel nach Ingolstadt und Burghausen/Salzach legte ich im Juni 1970 in Burghausen das altsprachliche Abitur ab.

Das Wintersemester 1970/71 studierte ich an der Universität Regensburg Rechtswissenschaften. Das Studium der Humanmedizin absolvierte ich zwischen Sommersemester 1971 und Sommer 1976 an der Medizinischen Fakultät (jetzt Fachbereich Medizin) der Ludwig-Maximilian-Universität München. Die vorklinischen Semester schloß ich nach dem 4. Semester im Frühjahr 1973 mit dem Physikum, die klinischen Semester im Sommer 1976 mit dem Staatsexamen ab. Von Wintersemester 1973/74 bis zum Wintersemester 1975/76 war ich im Experimentell-Chirurgischen Labor der Kinderchirurgischen Klinik der Universitäts-Kinderklinik München tätig.

Seit 1.1.1977 arbeite ich als Medizinalassistent im Schwabinger Krankenhaus in der 5. med. Abteilung.

